

Aus dem Seminar für Medizinische Statistik der
Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med., Dr. phil. Karl Freudenberg

Statistische Untersuchungen über die
Presbyopie

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Heinz Wallat
aus Berlin

1963
7

Aus dem Seminar für Medizinische Statistik der Freien
Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med., Dr. phil. Karl Freudenberg

Statistische Untersuchungen über die Presbyopie

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Heinz Wallat

aus Berlin

Dekan: Professor Dr. med. Bernhard Schmidt

Referent: Professor Dr. med., Dr. phil. Karl Freudenberg

Korreferent: Professor Dr. med. Hugo Gasteiger



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 18. September 1963

Inhaltsverzeichnis.

	<u>Seite</u>
I. Einleitung	5
II. Anatomie, Entwicklung, Chemie und Stoffwechsel der Linse	6
1. Anatomie der Linse	6
2. Entwicklung der Linse	6
3. Chemie und Stoffwechsel der Linse	8
III. Die Bedeutung der menschlichen Linse im optischen System des Auges	11
1. Die Brechungsverhältnisse	11
2. Die Akkommodation	13
a. Das Wesen der Akkommodation	13
b. Der Akkommodationsvorgang	14
c. Die Leistungsfähigkeit des Akkommodations- apparates	15
IV. Die Presbyopie, eine Erscheinungsform in der Biomorphose des Menschen	17
1. Ursache und Wesen der Presbyopie	17
2. Die Korrektion der Presbyopie	21
V. Der Verlauf der Presbyopie in Abhängigkeit vom Alter	24
1. Herkunft des Patientengutes	24
2. Statistische Methodik und Ergebnisse	25
VI. Über den Zusammenhang von Presbyopie und Lebensdauer	34
VII. Zusammenfassung	37
Anhang: Tabelle 1 - 49, Diagramm 1 - 4, Literaturverzeichnis, Lebenslauf.	

I. Einleitung.

Mit der Zunahme der Lebenserwartung in nahezu allen Ländern der Erde nimmt auch die Zahl der gleichzeitig lebenden älteren Menschen zu. Infolgedessen gewinnt neben allen anderen gerontologischen Problemen auch der Verlauf der Presbyopie immer mehr Bedeutung. Es erscheint daher lohnend, diesen an einem Beobachtungsgut, das für die statistische Auswertung groß genug ist, in seinen Einzelheiten zu untersuchen.

Hierzu gehört getrennt nach einzelnen Altersjahren die vollständige Verteilung der einzelnen Presbyopiegrade, aus der sich die statistischen Reihencharakteristika ergeben. Auch wurde hierbei nach etwaigen Verlaufsunterschieden zwischen den Geschlechtern gesucht.

Zunächst werden zur Vervollständigung und zum besseren Verständnis für die Entstehung der Presbyopie die wichtigsten anatomischen, entwicklungsgeschichtlichen und physiologisch-chemischen Grundtatsachen der menschlichen Linse vorangestellt.

II. Anatomie, Entwicklung, Chemie und Stoffwechsel der Linse.

1. Anatomie der Linse, Lens cristallina.

Die zwischen Iris und Glaskörper befindliche durchsichtige Linse wird durch die Fasern der Zonula ciliaris (Zonula Zinnii), die in ihrer Gesamtheit das Aufhängeband der Linse (Apparatus suspensorius lentis) bilden, in ihrer Lage gehalten. Die Linse legt sich von hinten an die Pupillaröffnung an und grenzt somit vorne an die Iris und die vordere Augenkammer, nach hinten an den Glaskörper und mit ihrem Äquatorialbereich an die hintere Augenkammer. Die Linse begrenzt also mit der Iris gemeinsam die beiden Augenkammern (Iris - Linsendiaphragma).

Sie ist ein bikonvexer Körper von relativ hoher Elastizität, dessen vordere Fläche schwächer gekrümmt ist als die hintere Fläche, die in einer Vertiefung des Glaskörpers, der Fossa hyaloidea, liegt. Beide Linsenflächen gehen am Linsenäquator ineinander über. Die Mittelpunkte der vorderen und hinteren Linsenfläche sind die Linsenpole, ihre Verbindungslinie ist die Linsenachse. Ihre Länge schwankt in Abhängigkeit vom Akkommodationszustand zwischen 3,7 und 4,4 mm. Im Ruhezustand beträgt der Durchmesser am Äquator etwa 10 mm, der Krümmungsradius der Vorderfläche 10 mm, der der hinteren Fläche 6 mm.

An der Linsensubstanz unterscheidet man eine Rindenschicht (Cortex lentis) vom Linsenkern (Nucleus lentis). Histologisch zeigt die Linse drei verschiedene Bestandteile: Die Linsenkapsel, das Linsenepithel und die Linsenfasern. Die Struktur der Linse und deren Alterungsvorgänge versteht man nur im Licht der Entwicklungsgeschichte.

2. Entwicklung der Linse.

Die Linse ist ektodermaler Herkunft. Ihre erste Anlage zeigt sich zwischen dem 15. und 18. Tag des Embryonallebens in einer Verdickung des Ektoderms im Bereich der Augenblase. Die Entstehung dieser Linsenplatte ist eine abhängige Differenzierung, d.h. ein induktiver Vorgang, bei dem die Linsenbildung im Epidermisepithel durch den Kontaktreiz der vorwachsenden Augenblase ausgelöst wird.

Die Linsenplatte stülpt sich ungefähr am 22. Tag in den Augenbecher ein und bildet so die Linsengrube. Durch Verwachsung der Einstülpungsränder wird die Anlage zum abgeschlossenen Linsenbläschen. Dieses schnürt sich etwa am 29. Tage (bei 8 - 10 mm langen Embryonen) vom Epidermisblatt ab und senkt sich in den Augenbecher. Bald nach der Abschnürung bildet sich um das Linsenbläschen eine dünne, strukturlose Linsenkapsel. Da diese ein Produkt der Epithelzellen ist, verkörpert sie den Typus einer Basalmembran epithelialer Gewebe. Die Linse wird durch ihre Kapsel vor Trübung und Aufquellung durch das Kammerwasser geschützt. Eine besondere Bildung der Linsenkapsel ist die Zonulalamelle, an welcher der Ansatz der Zonula erfolgt.

Auf die Kapselbildung folgt dann das Stadium der Differenzierung in vorderes Linsenepithel und Linsenfasern:

Die Epithelzellen der hinteren Wand wachsen in Richtung auf die Vorderwand des Linsenbläschens zu Linsenfasern aus. Diese verlängern sich schließlich so weit, daß sie das vordere Linsenepithel im Äquatorialbereich berühren und somit den anfänglich vorhandenen Linsenhohlraum zum Verschwinden bringen.

Die Zellen der vorderen Hemisphäre behalten ihre annähernd kubische Gestalt bei und werden als vorderes Linsenepithel bezeichnet. Während die Linsenfasern sich nicht mehr teilen können, behält das Linsenepithel seine Teilungsfähigkeit und im Äquatorbereich auch seine Differenzierungspotenz zu Linsenfasern. So findet in dieser Zone eine kontinuierliche Neubildung von Linsenfasern statt. Die neugebildeten Fasern legen sich dabei schalenartig um die älteren Fasern herum, so daß die Schichten gleichalter Fasern zwiebelschalenartig übereinander liegen. Die Linse wächst also nur per appositionem. Anordnung und Verlauf der Linsenfasern sind sehr kompliziert. Sie bilden an der vorderen wie an der hinteren Linsenfläche je einen dreistrahligten Linsenstern, dessen Strahlen Nahtlinien sind, an denen die Enden von Linsenfasern zusammenstoßen. Die Zentralpartie der Linse, die sich aus den ältesten, nach und nach kernlos gewordenen Linsenfasern aufbaut, wird als Linsenkern bezeichnet.

Nach allgemeiner Auffassung finden Neubildung und Apposition von Linsenfasern bis ins höchste Alter hinein statt.

Wie andere epitheliale Gebilde, z.B. Nägel und Haare, wächst infolgedessen auch die Linse während des ganzen Lebens.

Während aber bei jenen die älteren Zellen abgestoßen werden können, ist die Linse dazu nicht in der Lage, denn die ältesten Fasern finden sich im Zentrum und werden dauernd von neuen, aus den Epithelien am Äquator auswachsenden Faserschichten überlagert. Eine exzessive Vergrößerung der Linse, die in dem nicht mehr wachsenden Auge zu Raumbeschränkungen führen würde, wird nun verhindert durch eine ständige Schrumpfung im Kern der Linse, die sogenannte Linsensklerose. Trotzdem nimmt die Linse im Laufe des Lebens etwa um ein Drittel ihres Volumens und Gewichtes zu.

Die Linse - ihrer Genese und ihrem Aufbau nach ein rein epitheliales Organ - besitzt weder Gefäße noch Nerven. Sie muß also auf dem Wege der Diffusion ernährt werden.

3. Chemie und Stoffwechsel der Linse.

Die Linsensubstanz enthält gegen 65 % Wasser. Ihr Wassergehalt ist wie der anderer Gewebe eine Funktion des Alters: Er nimmt mit zunehmendem Alter ab (s.u. Presbyopie). Der Wassergehalt wird hauptsächlich elektrisch und osmotisch reguliert. Aus diesem Grunde ist die Linse bei hohem Blutzuckergehalt myop, bei niedrigem hyperop.

Die Linse ist sehr eiweißreich, sie ist mit durchschnittlich 35 % Eiweißgehalt das eiweißreichste Organ des Körpers. Das Linseneiweiß wird in einen in Wasser unlöslichen (Albumoid) und in einen löslichen Anteil zerlegt. Der letztere wird durch fraktionierte Fällungen oder elektrophoretisch in drei Fraktionen aufgeteilt: α - Krystallin, β - Krystallin und γ - Krystallin (Linsenalbumin). Diese Fraktionen sind in sich jedoch nicht einheitlich, sondern jede von ihnen umfaßt eine Anzahl verschiedener Eiweißkörper. Das Eiweiß der Linsenkapsel gehört zu den Glykoproteiden und ist in Wasser unlöslich.

Das Verhältnis zwischen löslichen und unlöslichen Linsenproteinen ist für die Transparenz wichtig. Im Alter und

besonders bei Linsentrübungen nimmt der unlösliche Anteil zu. Interessant ist nun die Verteilung der Linsenproteine in der normalen Linse. Mörner (12, 9), der als erster die drei Eiweißkörper der Linse auffand und differenzierte, stellte durch quantitative Bestimmungen in den verschiedenen Schichten der Linse fest, daß das unlösliche Albumoid hauptsächlich in den zentralen Partien der Linse vorhanden ist, daß die Menge an löslichen Proteinen von außen nach innen abnimmt. Das β - Krystallin findet sich vorwiegend in den inneren, das α - Krystallin in den äußeren Schichten.

Die Linse bildet ihre spezifischen Eiweißkörper aus den Vorstufen der intraokularen Flüssigkeiten. Mangel an bestimmten Aminosäuren in der Nahrung kann zu Linsentrübungen führen, wahrscheinlich wegen einer gestörten Eiweißsynthese in der Linse. In der normalen Linse überwiegen die synthetischen die spaltenden Prozesse, da die Linse während des ganzen Lebens ihre Eiweißmenge vermehrt, wenn auch mit zunehmendem Alter immer langsamer.

Die Linsensubstanz zeichnet sich durch ein starkes Reduktionsvermögen aus, was auf ihrem Gehalt an Ascorbinsäure, Cystein und Glutathion beruht. Diese reduzierenden Substanzen spielen im Linsenstoffwechsel eine wichtige Rolle: Sie besitzen leicht reaktionsfähige Sulfhydrylgruppen (SH-), deren Vorhandensein im Eiweiß der Zelle notwendig ist, um die sogenannte innere Atmung zu ermöglichen.

Die Permeabilität der Linsenkapsel ermöglicht einen unmittelbaren Stoffaustausch mit den intraokularen Flüssigkeiten, vor allem mit dem Kammerwasser und gewährleistet somit Ernährung und Entfernung von Stoffwechselendprodukten der Linse. Die Linsenkapsel ist für Wasser und kristalloid gelöste Stoffe durchlässig, für Eiweiß nahezu undurchlässig.

Die eigentliche Regulation des Stoffaustausches zwischen Linse und Kammerwasser erfolgt durch die Stoffwechseltätigkeit des Linsenepithels und der Linsenfasern.

Die Linse enthält mehr Kalium und weniger Natrium als das Kammerwasser. Diese Ionen sowie Ca, Mg, Cu, Mn, Zn, Co steuern die osmotische Regulation.

Die zur Erhaltung und zum Wachstum der Linse notwendige chemische Energie wird aus dem Abbau von Glukose frei, die aus dem Kammerwasser und dem Glaskörper stammt.

Ob Glukose oxydativ oder anoxydativ abgebaut wird, hängt von der O_2 - Sättigung des Kammerwassers und des Glaskörpers ab (physikalische Lösung, Partialdruck 40 - 50 mm Hg; O_2 ist zur Aufrechterhaltung der Durchsichtigkeit erforderlich). Jedoch überwiegt der anaerobe Glukoseabbau in der Linse, da Kammerwasser und Glaskörper mehr Milchsäure enthalten als Blutplasma. Ein geringer Teil der Glukose wird oxydativ unter Bildung von CO_2 und Wasser umgesetzt.

Der Stoffwechsel der Linse ist träge: Ihr O_2 - Verbrauch beträgt etwa 1/100 von dem einer gleichen Menge Leber. Die Stoffwechselaktivität ist in den einzelnen Linsenbezirken verschieden: Das Linsenepithel und die jüngeren Linsenfasern beteiligen sich an der Linsenatmung und -glykolyse wesentlich stärker als die Kernregion, da diese ein nur wenig wirksames Fermentsystem besitzt. Demgemäß sind die bei der Glykolyse und Atmung entstehenden energiereichen Phosphatverbindungen (hauptsächlich Adenosintriphosphat = ATP), die der Linse chemische Energie liefern, zum größten Teil in den stoffwechselaktiven Teilen der äußersten Rindenschicht vorhanden, im Kern dagegen nur noch in kleiner Menge anzutreffen.

Die Linsenproteine sind gegenüber Milieuänderungen sehr empfindlich. Nicht nur Störungen im intermediären Stoffwechsel der Linse führen zu Linsentrübungen, sondern solche können auch durch primär im übrigen Körper auftretende Stoffwechselstörungen ausgelöst werden. Als Beispiel dafür sind die Cataracta tetanica und die Cataracta diabetica zu nennen.

Die Linse ist ein elastisches Organ, das seine Brechkraft durch Formänderung erhöhen kann und damit ein wichtiger Teil des optischen Apparates des Auges ist. Ihre optischen Konstanten, Funktionen sowie die im Laufe des Lebens in der Augenlinse entstehenden Veränderungen werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

III. Die Bedeutung der menschlichen Linse im optischen

System des Auges.

1. Die Brechungsverhältnisse.

Die Funktion des optischen Apparates des Auges (Hornhaut, Linse und Glaskörper) besteht darin, die von einem Gegenstand ausgehenden Strahlen auf der Netzhaut zu einem scharfen Bild zu vereinigen. Die Strahlenvereinigung wird infolge Brechung und Sammlung der Strahlen durch lichtbrechende Medien und Trennungsflächen erreicht, die dem bildaufnehmenden Teil, der Netzhaut, vorgeschaltet sind. Scharfe Bilder entstehen auf der Netzhaut aber nur, wenn ein bestimmtes Verhältnis zwischen der Brechkraft des optischen Systems und dem Abstand der Netzhaut besteht.

Das Auge ist ein zusammengesetztes, annähernd zentriertes, optisches System: Dieses besteht aus mehreren lichtbrechenden Medien verschiedener optischer Dichte, die durch kugelige Flächen voneinander getrennt sind; ihre Krümmungsmittelpunkte lassen sich durch die optische Achse verbinden.

Die Brechungsverhältnisse sind von mehreren Faktoren abhängig:

1. Vom lichtbrechenden Material, was im Brechungsexponenten zum Ausdruck kommt,
2. Von der Größe der Krümmungsradien der brechenden Medien,
3. Vom Abstand der brechenden Medien voneinander.

Die Brechkraft eines optischen Systems wird in Dioptrien (dp_{tr}) ausgedrückt. Sie ist der Brennweite umgekehrt proportional, d.h. je größer die Brechkraft ist, desto kleiner ist die Brennweite. Eine Brechkrafteinheit = 1 dp_{tr} ist die Brechkraft einer Linse von 1 m Brennweite gegen Luft; parallel einfallende Strahlen werden so gebrochen, daß sie 1 m hinter der Linse vereinigt werden.

Formel: (Anzahl der) dp_{tr} = $\frac{1}{f}$ (f = Brennweite in m).

Die 0,5 mm dicke Cornea hat einen Brechungsindex von 1,34. Ihr Krümmungsradius beträgt 7,5 mm, ihre Brechkraft 43 dp_{tr}.

Die Augenlinse, Lens cristallina, besteht aus einem Kern mit dem Brechungsindex 1,40 und einer Schale mit dem

Brechungsindex 1,38, die den Kern wie zwei konkav - konvexe Linsen umgibt. Der Gesamtbrechungsindex der Linse von 1,42 ist damit größer als der eines Linsenteiles, was sich nur durch den besonderen Bau der Linse erklären läßt: Durch das Zusammenwirken der Kernlinse und der sie umhüllenden Deckschichten mit relativ kleinerem Brechungsindex wird die Gesamtbrechkraft der Linse erhöht.

Der Krümmungsradius der Linsenvorderfläche beträgt im Ruhezustand 10 mm, der der hinteren Linsenfläche 6 mm. Bei Einstellung des Auges in die Nähe werden die Krümmungsradien der Linse kleiner (s.u. Akkommodation). Die Brechkraft der Linse des emmetropen Auges beträgt im Ruhezustand 17 dptr.

Brechkraft von Kammerwasser und Glaskörper sind gering, sie beträgt etwa je 1,2 dptr.

Die Gesamtbrechkraft des nicht akkommodierten Auges beträgt 58 - 60 dptr.

Die Strahlenbrechung im Auge findet im wesentlichen nur an drei Flächen statt:

1. An der Vorderfläche der Hornhaut,
2. An der vorderen Linsenfläche,
3. An der hinteren Linsenfläche.

Die Hornhaut und Linsenvorderfläche wirken als Konvexspiegel. Bei diesem werden achsenparallele Strahlen derart reflektiert, als ob sie von einem hinter dem Spiegel liegenden Punkte (virtueller Brennpunkt) herkämen. Hornhaut und Linsenvorderfläche liefern also ein aufrechtes und verkleinertes Bild. Die hintere Linsenfläche gibt - wie ein Konkavspiegel - ein umgekehrtes, reelles und verkleinertes Bild.

Wir sehen aber die Gegenstände aufrecht, denn der Vorgang des bewußten Sehens findet nicht auf der Netzhaut, sondern im optischen Zentrum der Großhirnrinde statt. Dieses liegt in der nächsten Umgebung des Sulcus calcarinus.

Die Funktionen der Linse sind:

1. Die Vereinigung parallel einfallender Strahlen in der Netzhaut,
2. Die Ermöglichung des Akkommodationsvorganges.

2. Die Akkommodation.

a. Das Wesen der Akkommodation.

Das emmetrope Auge ist in Ruhelage für die Ferne eingestellt, d.h. es entwirft auf der Netzhaut in diesem Zustand scharfe Bilder von fernen Gegenständen. Dies hat zur Voraussetzung, daß die Strahlen achsenparallel auf den optischen Apparat des Auges treffen und von diesem auf der Netzhaut vereinigt werden. Theoretisch fallen Strahlen dann parallel auf das Auge, wenn sie von Gegenständen im Unendlichen ausgehen.

"Unendlich" ist aber in diesem Fall nicht wörtlich zu nehmen, da schon Strahlen, die von Punkten aus 5 - 6 m Entfernung kommen, praktisch parallel einfallen. Rückt der betrachtete Gegenstand näher als 5 m an das Auge heran, so fallen die von ihm ausgehenden Strahlen nicht mehr parallel auf das Auge, sondern treffen dieses divergent. Divergente Strahlen können von einem emmetropen Auge im Ruhezustand erst hinter der Netzhaut zu einem scharfen Bild vereinigt werden. Die Folge dieses Strahlenverlaufes ist, daß die Strahlen auf der Netzhaut einen Zerstreungskreis bilden, wodurch es zu einer unscharfen Abbildung kommt. Das Bild wird immer undeutlicher und verschwommener, je näher der Gegenstand an das Auge heranrückt. Um nun auch jene von nahegelegenen Punkten ausgehenden Strahlen, die das Auge divergent treffen, auf der Netzhaut zu einem scharfen Bild zu vereinigen, muß sich das Auge anpassen. Entweder hat sich der Abstand der Linse zur Netzhaut zu verändern oder die Brechkraft des Auges zu erhöhen. Diese Anpassung des Auges, sich auf geringe Entfernungen einzustellen, geschieht beim Menschen (da sein Bulbus nicht verlängert werden kann) durch Zunahme der Brechkraft der Augenlinse. Diesen Vorgang bezeichnet man als Akkommodation. Durch diese wird infolge der Brechkraftsteigerung der Punkt, auf den das Auge eingestellt ist, d.h. der auf der Netzhaut scharf abgebildet wird, je nach dem Grade der Akkommodation näher an das Auge herangerückt.

Beim linsenlosen Auge ist Akkommodation nicht möglich.

b. Der Akkommodationsvorgang.

Die elastische Linse wird durch die sich ringförmig zwischen Corpus ciliare und Linse ausspannenden Fasern des Aufhängebandes (Apparatus suspensorius lentis) in ihrer Lage gehalten. Im Ruhezustand des Auges wird auf die Linse von allen Seiten durch das gespannte Aufhängeband in radiärer Richtung ein Zug ausgeübt, wodurch die Linse abgeflacht wird und damit eine Form und Brechkraft erhält, wie sie für das Sehen in die Ferne geeignet ist. Beim Sehen in die Nähe kontrahiert sich der ringförmig die Linse umkreisende M. ciliaris, wodurch die Zonula erschlafft und somit die Zugwirkung ihrer Fasern aufgehoben wird. Dieses Zusammenwirken von Ziliarmuskulatur und Aufhängeband bildet den aktiven Teil der Akkommodation.

Die Linsenkapsel wird entspannt, und die Linse kann nun, ihrer jeweiligen Elastizität nachgebend, sich stärker wölben und damit ihre Brechkraft erhöhen wie sie für das Sehen in die Nähe notwendig ist (passiver Teil der Akkommodation).

Dabei krümmt sich besonders die vordere Linsenfläche. Ein Jugendlicher kann bei stärkster Akkommodation den Krümmungsradius der Linsenvorderfläche von 10 mm auf 6 mm reduzieren. Die hintere Linsenfläche kann sich nicht stärker wölben, da sie dem konsistenteren Glaskörper anliegt. Die Länge der Linsenachse steigt hierbei von etwa 3,7 mm auf 4,4 mm an. Neben dem äußeren, extrakapsulären Akkommodationsvorgang, dessen Wesen auf der Theorie von Helmholtz beruht, gibt es nach Gullstrand auch einen inneren, der darin besteht, daß stärker brechende Linsenmassen von der Peripherie zur Linsenmitte verschoben werden. Bei starker Akkommodation kommt es zu einer Abflachung der Vorderkammer und einem geringen Absinken der gelockerten Linse nach unten, d.h. sie schlottert.

Das Zentrum für die Akkommodation liegt im parasympathischen, unpaaren, kleinzelligen Nucleus medialis des Okulomotoriuskerngebietes im Mittelhirn. Da die Kerne für Akkommodation, Pupillenverengung und Konvergenz miteinander gekoppelt sind und diese drei Vorgänge über einen Nerven reguliert werden (N. oculomotorius), werden bei der Akkommodation gleichzeitig Pupillenverengung und Konvergenzbewegung beider Sehachsen ausgelöst.

c. Die Leistungsfähigkeit des Akkommodationsapparates.

Als Maß für die Leistungsfähigkeit des Akkommodationsapparates dient die Akkommodationsbreite (Akkommodationskraft). Darunter versteht man die Brechkraftzunahme des Auges vom ruhenden (nicht akkommodierten) Zustand bis zum Zustand maximaler Akkommodation, d.h. die Brechkraftzunahme bei Einstellung des Auges vom Fernpunkt auf den Nahpunkt.

Die Akkommodationsbreite wird in Dioptrien gemessen durch den reziproken Wert des Abstandes vom Fernpunkt zum Nahpunkt. Dieser ist der dem Auge nächstgelegene Punkt, der bei maximaler Akkommodation noch scharf erkannt werden kann. Er liegt beim 10-jährigen etwa in 7 cm Entfernung. Will man das Auge auf diesen Punkt nicht durch die Akkommodation, sondern durch eine Konvexlinse einstellen, so müßte man eine solche von 7 cm Brennweite = etwa 14 dptr wählen, denn die von dem gedachten Punkt ausgehenden Strahlen werden durch diese Linse parallel gemacht und somit durch das emmetrope ruhende Auge auf der Netzhaut vereinigt. Führt das Auge die entsprechende Akkommodation selbst aus, so sagen wir, es akkommodiert 14 dptr. Der Raum, in dem ein Auge mit Hilfe der Akkommodation scharf sehen kann, ist das Akkommodationsgebiet. Es umfaßt die vom Nah- und Fernpunkt begrenzte Strecke. Der Fernpunkt ist der Punkt, auf den das Auge in Ruhelage bei erschlafftem Akkommodationsmuskel eingestellt ist. Beim Emmetropen liegt er in unendlicher Entfernung vor dem Auge.

Die durch die Akkommodation bedingte Brechkraftzunahme ist umgekehrt proportional dem Nahpunktabstand:

$$\text{Akkommodationsbreite (dptr)} = \frac{100}{\text{Nahpunktabstand in cm}}$$

Die Akkommodationsbreite nimmt mit dem Alter ab, um mit 70 bis 75 Jahren völlig zu erlöschen. Dies beruht auf einer allmählichen Abnahme der Linsenelastizität. Der Nahpunkt rückt dabei immer mehr hinaus, nähert sich stetig dem Fernpunkt, bis er schließlich mit diesem zusammenfällt. Dann ist die Akkommodationsbreite gleich Null geworden, die Linse verändert ihre Form nicht mehr.

Der funktionelle Zusammenhang zwischen Lebensalter und Akkommodationsbreite kommt in der folgenden Tabelle von Donders zum Ausdruck.

Einfluß des Lebensalters auf die Akkommodationsbreite

Alter in Jahren	Nahpunktstand in cm	Akkommodationsbreite in dptr
10	7,1	14,00
15	8,3	12,00
20	10,0	10,00
25	11,8	8,50
30	14,3	7,00
35	18,2	5,50
40	22,2	4,50
45	28,6	3,50
50	40,0	2,50
55	66,6	1,50
60	100,0	1,00
65	200,0	0,50
70	400,0	0,25
75	unendlich	0,00

Es handelt sich hierbei um Mittelwerte, die individuell in gewissen Grenzen schwanken.

In der Praxis erfolgt die Prüfung der Akkommodationsbreite durch Bestimmung des Nahpunktes, den man erhält, wenn man einen Lesetext (Nieden usw.) dem Auge so lange nähert, bis der kleinste Druck nicht mehr scharf erkannt werden kann. Der dem Auge nächstgelegene Punkt, an dem dies noch möglich ist, entspricht dem Nahpunkt. Liegt der Nahpunkt eines Emmetropen z.B. in 10 cm Entfernung, so beträgt die Akkommodationsbreite 10 dptr. Das heißt also, daß dieses Auge seine Gesamtbrechkraft von 58 dptr auf 68 dptr steigern kann.

IV. Die Presbyopie, eine Erscheinungsform in der Biomorphose des Menschen.

1. Ursache und Wesen der Presbyopie.

Die physiologische Abnahme der Akkommodationsbreite wird, sobald sie anfängt Beschwerden zu machen, als Presbyopie bezeichnet. Sie beginnt bei Emmetropen etwa zwischen dem 40. und 45. Lebensjahr und nimmt mit fortschreitender Abnahme der Akkommodation zu. Die Presbyopie ist eine Folge ganz bestimmter Vorgänge, die sich innerhalb der Linse im Laufe des Lebens unabänderlich vollziehen und als Ausdruck physiologischer Alternsveränderungen des Menschen anzusehen sind.

Die Augenlinse zählt zu den Geweben, die von Bürger (2) unter dem Begriff der bradytrophen Gewebe zusammengefaßt werden (Linse, Hornhaut, Knorpel, Trommelfell und bestimmte Wandschichten der Gefäße). Im Gegensatz zu den tachytrophen (schnell ernährten) Geweben mit hohem O_2 - Bedarf und guter Blutversorgung sind bradytrophe (langsam ernährte) Gewebe solche, die kein eigenes Kapillarsystem besitzen und bei denen der Antransport von Wasser, Salzen und Nährstoffen wie auch der Abtransport der Stoffwechselendprodukte auf dem Wege der Diffusion durch eine mehr oder minder breite Gewebsstrecke erfolgen muß. Die bradytrophen Gewebe sind deshalb dem Betriebsstoffwechsel des Organismus weitgehend entzogen und besitzen nur einen geringen Eigenstoffwechsel; sie haben demzufolge einen sehr geringen O_2 - Bedarf.

Die Linse erscheint für die Frage des Alterns deshalb von besonderer Bedeutung, da die Physiologie bereits im optisch - physikalischen Verhalten der Linse gesetzmäßige Veränderungen in den verschiedenen Lebensaltern festgestellt hat. Die Erscheinungen, die sich mit dem Altern einstellen, suchte man in Beziehung zu bringen mit Veränderungen der chemischen Struktur der Linse. Bürger und Schlomka (3, 4, 14) untersuchten die physiologischen Wandlungen der Gewebsstruktur des Organismus in den verschiedenen Altersstufen mit den Methoden der chemischen Analyse. Sie kamen dabei zu folgenden Ergebnissen: Das per diffusionem ernährte bradytrophe Gewebe verfällt einer fortschreitenden Wasserverarmung (in der Jugend

relativ rasch, im höheren Alter langsamer), die sekundär zu einer Verdichtung und Elastizitätsabnahme des Gewebes mit relativer Zunahme des Eiweißgehaltes führt. Diesen Vorgang nennt Bürger Physiosklerose. Mit zunehmender Verdichtung der Gewebe nehmen Ausmaß und Geschwindigkeit der Diffusionsvorgänge in den bradytrophen Geweben ab, so daß daraus Ernährungsstörungen für diese resultieren. Weiterhin werden durch die Gewebsverdichtung die herrschenden Löslichkeitsverhältnisse verändert, besonders für schwerlösliche Verbindungen, wie Kalzium- und Cholesterinverbindungen. Dadurch wird die Neigung derartiger Substanzen zur Ablagerung in den alternden bradytrophen Geweben begünstigt.

Diese für die bradytrophen Gewebe charakteristischen Wandlungen vollziehen sich auch an der Augenlinse in ganz analoger Weise. Das unter der vorderen Linsenkapsel befindliche Epithel bildet während des ganzen Lebens die Linsenfasern, die die Hauptmasse der Linse ausmachen. Diese Fasern erleiden nun mit dem Alter bestimmte Veränderungen: Die im Zentrum der Linse gelegenen Fasern geben Wasser ab, schrumpfen und schließen sich zu einem festen Kern zusammen. An diesen lagern sich wiederum neu gebildete Fasern an, die in ihrer Gesamtheit die weiche Rinde der Linse bilden. Auch diese Linsenfasern werden allmählich von den Umbauprozessen erfaßt, so daß der Linsenkern mit steigendem Alter an Umfang und Konsistenz auf Kosten der weicheren äußeren Schichten zunimmt. Dieser Vorgang wird als Sklerosierung der Linse bezeichnet und ist die Ursache der Presbyopie; denn infolge der zunehmenden Wasserverarmung und Schrumpfung der zentralen Linsenpartien nimmt die Elastizität der Linse mehr und mehr ab, um schließlich völlig zu erlöschen. Der Linsenkern bildet sich etwa im Laufe des dritten Jahrzehntes und nimmt im Alter von 70 Jahren fast die gesamte Linse ein, die in diesem Stadium nur noch eine schmale Rinde aufweist.

Bereits 1879 hat Deutschmann (5) den Wassergehalt gesunder menschlicher Linsen in seinen Änderungen mit dem Alter untersucht. Danach beträgt der Wassergehalt einer Linse von drei Jahren 70,8 %, er nimmt im Laufe des Lebens kontinuierlich ab und weist mit 63 Jahren einen solchen von 64,3 % auf.

Bürger und Schlomka (4) haben in ausgedehnten Untersuchungen an der gesunden Rinderlinse ebenfalls eine zunehmende Wasserverarmung der alternden Linse festgestellt.

Eine weitere Alternerscheinung der Linse ist das verschiedene Verhalten der Linsenkapsel mit zunehmendem Alter. Ist sie zunächst dünn und leicht verletzlich, so wird sie im Alter derb und fest. Dies ist mit einer Änderung ihrer Durchlässigkeit verbunden und erschwert wie die zur Kernsklerose führende Verdichtung des Linsengewebes den Austausch der Nährstoffe und die Abfuhr der Stoffwechselschlacken.

Auf die zunehmende Cholesterineinlagerung in die alternde Linse sei hier nur am Rande hingewiesen. Im Gegensatz zu anderen bradytrophem Geweben (Aorta, Rippenknorpel) weist auch die alte Linsensubstanz nur Spuren von Kalzium auf. Man nimmt an, daß die Permeabilitätsverhältnisse der Linsenkapsel oder allgemeiner ausgedrückt, die Grenzmembranen für die Art der Imprägnation bradytropher Gewebe mit Schlackenstoffen von entscheidender Bedeutung sind.

Auch im Gehalt der Linse an den verschiedenen Eiweißfraktionen treten mit dem Alter charakteristische Änderungen ein: Der Anteil des Albumoids am Gesamteiweiß der Linse nimmt zuungunsten des Anteils der löslichen Eiweißkörper zu. Das Verhältnis Albumoid : löslichen Proteinen beträgt in Linsen von Kälbern 1 : 3, in Linsen von über 10 Jahre alten Rindern etwa 1 : 1. In Katarakten ist dieses Verhältnis noch stärker zugunsten des Albumoids verschoben. Das Albumoid findet sich überwiegend im älteren Linsenkern. Man nimmt an, daß die mit dem Altern oder mit der Entwicklung einer Katarakt verbundene Vermehrung des Albumoidanteiles auf Kosten der löslichen Proteine erfolgt, d.h. es findet keine vermehrte Synthese von Albumoid in der Linse statt, sondern eine bestimmte Fraktion der löslichen Proteine wird so verändert, daß sie Eigenschaften des Albumoids annimmt. Es ist erwiesen, daß bei dieser Umwandlung der löslichen Proteine die Oxydation der Sulfhydrylgruppen, die in den Krystallinen (besonders im β - Krystallin) viel stärker als im Albumoid vorhanden sind, zu Disulfidgruppen eine wesentliche Rolle spielt.

Die Alterungsvorgänge in der Linse äußern sich weiterhin in einem Schwund an Ascorbinsäure, Cystein und Glutathion. Diese reduzierenden Substanzen sind für den Eiweißstoffwechsel der Linse wichtig. Sie sind reversible Redoxsysteme und haben u.a. die Aufgabe, die Linsenproteine vor Oxydation zu schützen. Goldschmidt (7) fand, daß das Vermögen der Rinderlinse, Schwefel zu Schwefelwasserstoff zu reduzieren, was durch Abgabe des leicht beweglichen H - Atoms der SH - Gruppe des Cysteins bewirkt wird, mit steigendem Alter ständig abnimmt. Er führte dies darauf zurück, daß der Cysteingehalt der Linse sich allmählich verringert und dadurch die innere Atmung beeinträchtigt werde.

In der alternden Linse nimmt mit der Zunahme der Kernmasse die Intensität des oxydativen und glykolytischen Stoffwechsels ab.

Die Augenlinse verändert sich auch in ihrer äußeren Form. Die kindliche Linse ist stärker gekrümmt als die des Erwachsenen. Die Erstarrung der Linse sowie die Zunahme ihres Gewichtes bedingen eine Abflachung der Linsenwölbung und damit das Hinausrücken des Fernpunktes. Etwa im sechsten Lebensjahrzehnt werden daher die meisten Menschen übersichtig (hypermetrop) und benötigen auch für das Sehen in die Ferne eine Brille. Mit dem Sklerosierungsprozess an der Linse ist außerdem eine Änderung ihrer Farbe verbunden. Die jugendliche Linse ist wasserklar und fast farblos; mit zunehmendem Alter zeigt die Linse zunächst eine gelbliche Färbung, die intensiver wird und in einen bräunlichen bis tiefbraunen Farbton übergehen kann. Die sehr langsame Entstehung der Linsenverfärbung beruht auf einer Veränderung des Eiweißstoffwechsels und steht wahrscheinlich in Zusammenhang mit einem autolytischen Abbau des Linseneiweißes. Der Blutfarbstoff ist an diesem Vorgang nicht beteiligt. Die Zusammensetzung dieser Linsenpigmente ist noch ungeklärt. Die individuell verschiedene Farbstoffbildung schränkt die Sichtbarkeit des kurzwelligen Lichtes infolge Absorption ein, so daß eine leichte Herabsetzung für Blauempfindung entsteht. Die Durchsichtigkeit der Linse und damit die Sehschärfe werden durch die Farbstoffbildung nicht beeinflusst.

2. Die Korrektur der Presbyopie.

Die Sklerose des Linsenkernes geht, von geringen individuellen Unterschieden abgesehen, mit auffallender Gleichmäßigkeit vor sich. Dies zeigt sich auch in der Gesetzmäßigkeit, mit der im Laufe der Jahre die Akkommodationsbreite von der Jugend bis zum Greisenalter völlig gleichmäßig, ohne Sprung, abnimmt. Dieser Vorgang ist für den davon Betroffenen so lange ohne größere Bedeutung, wie seine Akkommodationsbreite noch ausreicht, um ein einwandfreies Sehen in der üblichen Lesentfernung von 25 - 33 cm zu ermöglichen. Die Abnahme der Akkommodation beginnt störend zu werden, wenn der Nahpunkt so weit vom Auge hinausrückt, daß feinere Naharbeiten, wie Lesen, Schreiben, Zeichnen usw. schwierig oder unmöglich werden. Dies ist der Fall, wenn der Nahpunkt jenseits 33 cm hinausrückt, also in der Mitte der Vierzigerjahre. Hierher setzt man daher den Beginn der Alterssichtigkeit (Presbyopie; Presbys = der Greis). Es soll noch einmal betont werden, daß die Presbyopie keine Krankheit ist, sondern ein physiologischer Alternsvorgang, dem jedes Auge unterliegt.

Die Störungen, die die Presbyopie verursacht, machen sich zuerst bemerkbar bei schwacher Beleuchtung und bei Bearbeitung schwarzer Gegenstände, da hierbei die Pupillen weiter und daher die Zerstreuungskreise größer sind. Der Presbyope versucht sich dadurch zu helfen, daß er das Licht zwischen Arbeitsgegenstand und Auge bringt, um die Pupillen durch den starken Lichteinfall zu verkleinern. Dies hat eine Abblendung der Zerstreuungskreise und somit eine Erhöhung der Tiefenschärfe im Auge zur Folge. Weiterhin versucht der Presbyope den immer mehr hinausrückenden Nahpunkt dadurch zu kompensieren, indem er den Lesetext weiter vom Auge hält als üblich. Diese Möglichkeiten können aber nur bis zu einem geringen Grade ausgenutzt werden. Der nicht korrigierte Presbyope klagt über asthenopische Beschwerden, d.h. über geringe Ausdauer und Störungen beim Nahsehen (akkommodative Asthenopie). Ihre klinischen Symptome sind u.a. leichte Ermüdbarkeit der Augen bei Naharbeit, Druckgefühl im Bulbus, Kopfschmerzen, Schwimmen der Gegenstände. Sogar chronische Blepharitiden und Konjunktivitiden können durch Überanstrengung der Akkommodation

im Laufe der Zeit entstehen.

Die Korrektur der Presbyopie erfolgt durch Konvexgläser (Syn. Sammellinsen oder Plusgläser) mit dem Vorzeichen +. Es gilt, die verringerte oder verlorengegangene Krümmungsfähigkeit der Augenlinse durch eine mehr oder weniger stark brechende Sammellinse auszugleichen und somit divergente Lichtstrahlen, deren Vereinigungspunkt sonst erst hinter der Netzhaut läge, wieder auf ihr zu vereinigen. Dabei muß berücksichtigt werden, für welche Arbeitsdistanz die Brille benötigt wird, um den Nahpunkt auf die jeweils erforderliche Entfernung zu bringen. Eine bestehende Myopie oder Hyperopie, die auf dem Bau des Auges beruhen, werden als vorher auskorrigiert vorausgesetzt. Myope und Hyperope werden also nach Korrektur ihres Fernpunktes den Emmetropen gleichgestellt.

Um das 40. Lebensjahr herum wird man die Presbyopie in der Regel mit einem Konvexglas von etwa + 1 dptr korrigieren können. Nach einigen Jahren genügt dieses Glas aber nicht mehr, da sich die Akkommodationsbreite weiter verringert hat. Der Dioptrienwert des Glases muß daher erhöht werden. Mit 45 Jahren werden + 1,5 dptr, mit 50 Jahren etwa + 2 dptr, mit 55 Jahren etwa + 2,5 bis + 3,0 dptr, mit 60 Jahren um + 3,0 dptr, mit 65 Jahren im allgemeinen + 3,5 dptr, mit 70 Jahren + 3,5 bis + 4,0 dptr benötigt. In den folgenden Jahren bis zum 85. Lebensjahr werden etwa + 4,0 bis + 5,0 dptr gegeben (6); die eigenen Ergebnisse sind in den Tabellen 1 - 47 niedergelegt. Man hat aber zu bedenken, daß es sich um Mittelwerte handelt und nicht um Standardzahlen. Individuelle Differenzen, deren Schwankungen in der Mehrzahl nicht sehr wesentlich sind, kommen wie bei jedem biologischen Merkmal auch hier vor.

Bei der Hypermetropie treten presbyope Beschwerden früher auf, da Hypermetropie einen Teil ihrer Akkommodationsbreite zum Ausgleich der Hypermetropie für das Fernsehen verbrauchen. Es müssen daher stärkere Konvexgläser verordnet werden als bei Emmetropen im gleichen Alter, da sie einerseits die Hypermetropie und andererseits die verminderte Akkommodationsbreite bei der Presbyopie ausgleichen müssen.

Liegt eine Myopie vor, so sind bei der Korrektur der Presbyopie folgende Überlegungen anzustellen. Trägt der Myope ein Glas, ist er im gleichen Zustand wie der Emmetrope, d.h. der korrigierte Myope akkommodiert bei der Naharbeit in gleich starkem Maße wie der Emmetrope. Liegt der Fernpunkt eines Myopen innerhalb der Lesedistanz, so braucht dieser nicht zu akkommodieren, und es entfällt die Notwendigkeit, ihn für die Nähe zu korrigieren. Daher sind Myope von 3 dptr, 4 dptr und höherer Grade in der Lage, ohne Glas in der Nähe scharf zu sehen, da sie nicht akkommodieren. Bei Myopien geringeren Grades macht sich die Presbyopie erst später bemerkbar. Bei einer Myopie von 2 dptr liegt der Fernpunkt in 50 cm Entfernung vom Auge. Daher ist der für 25 cm Leseentfernung notwendige Akkommodationsaufwand geringer als bei einer Emmetropie, er beträgt nur 2 dptr. Da die Akkommodationsbreite von 2,5 dptr etwa bis zum 50. Lebensjahr zur Verfügung steht, die der schwach Myope einsetzen kann, um in die übliche Lesedistanz zu kommen, treten bei Myopien geringen Grades presbyope Beschwerden erst um das 50. Lebensjahr auf. Es ist aber zu betonen, daß sich auch bei der Myopie die Akkommodationsbreite physiologisch verringert. Die presbyopen Beschwerden werden lediglich später oder überhaupt nicht bemerkt. Bei hohen Myopien liegt der Fernpunkt sehr nahe vor dem Auge. Naharbeit bei dieser starken Annäherung an das Auge ist aber nicht möglich, da sich Beschwerden einstellen (Kopfschmerzen usw.). Aus diesem Grunde sind hohe Myopien auch für die Nähe zu korrigieren, damit ihre Träger in der üblichen Leseentfernung einwandfrei lesen können.

V. Der Verlauf der Presbyopie in Abhängigkeit vom Alter.

1. Herkunft des Patientengutes.

Zur Ermittlung des Verlaufes der Presbyopie in der nachfolgend beschriebenen Weise, wurde in der Poliklinik der Universitätsaugenklinik der Freien Universität in Berlin - Westend ein Krankenmaterial von insgesamt 22933 Karteikarten aus dem Beobachtungszeitraum 1957 - 1959 durchgesehen.

Von diesem wurden diejenigen Personen erfaßt, die im Alter von 40 bis einschließlich 85 Jahren standen. Von diesen Patienten wurden nur solche ausgewertet, die keine Erkrankung der brechenden Medien hatten, so daß eine Störung der normalen, mit dem Alter abnehmenden Akkommodation nicht anzunehmen war. Ferner wurden solche Patienten ausgeschlossen, die durch ihre Erkrankung eine Therapie mit Mydriatica oder Miotica benötigten. Zur Auswertung kamen dadurch nur 8360 Fälle.

2. Statistische Methodik und Ergebnisse.

Es wurde zunächst die Presbyopie für das linke und rechte Auge festgestellt. Die ermittelten Werte wurden in einer Dioptrienskala zwischen 0,00 - 6,00 in Abstufungen von 0,25 Dioptrien eingetragen, gesondert nach Lebensalter von 40 bis einschließlich 85 Jahren mit Unterteilung in männliches und weibliches Geschlecht.

Aus den gewonnenen Werten wurden zunächst von den erfaßten Personen für die Dioptrienzahlen der linken und der rechten Augen die Durchschnittswerte errechnet.

Aus diesem Ergebnis läßt sich dann für jede Dioptrienstufe feststellen, wieviel Fälle im Durchschnitt beider Augen auf sie entfallen. Die Addition dieser Einzelfälle ergibt als Summe die Gesamtzahl der bearbeiteten Fälle für jede Altersklasse jedes Geschlechts.

Im nächsten Rechengang wurde für linkes und rechtes Auge getrennt die Zahl der Fälle in jeder Dioptrienstufe mit dem Dioptrienwert dieser Stufe multipliziert, und die einzelnen Produkte wurden zu einer Gesamtsumme addiert.

Diese Summen dividiert durch die Zahl der Fälle ergaben als Quotienten den durchschnittlichen Dioptrienwert der linken und der rechten Augen für das jeweilige Alter und Geschlecht in jedem Kalenderjahr.

In den beigefügten Tabellen 1 - 46 wurden die ursprünglich auch getrennt für die Kalenderjahre 1957, 1958 und 1959 ermittelten und errechneten Werte zusammengefaßt, nach wie vor nach männlichem und weiblichem Geschlecht unterteilt.

Dies geschah sowohl mit den Einzelwerten jeder Dioptrienstufe als auch mit den Endsummen, wobei die je drei Einzelergebnisse (linkes Auge, rechtes Auge, Durchschnitt aus beiden Augen) der jeweiligen Altersjahre für die Kalenderjahre 1957 - 1959 addiert wurden und nunmehr die Gesamtzahlen der Fälle für je ein Altersjahr innerhalb des Zeitraumes von drei Jahren ergaben.

In der weiteren Folge wurden nun die beiden Einzelsummen der Gesamtdioptrien der linken und der rechten Augen addiert und diese Summen stellen nun die Gesamtdioptrienwerte aller Fälle für beide Augen für ein Altersjahr dar.

Wie es bereits im vorhergehenden für die drei Jahre 1957 - 1959 im einzelnen geschah, wurden jetzt für diese drei Jahre zusammengefaßt die Gesamtdioptrienzahlen der linken und der rechten Augen jeweils durch die Gesamtzahl der Fälle dividiert, und das Ergebnis war nun die durchschnittliche Dioptrienzahl für die linken und die rechten Augen des jeweiligen Alters und Geschlechtes in dem Zeitraum von drei Jahren.

Das Gleiche geschah mit der vorher gewonnenen Gesamtdioptrienzahl für beide Augen, die jedoch durch die doppelte Anzahl der Fälle dividiert werden mußte (jeder Fall hat zwei Augen); der daraus gewonnene Quotient stellt die Durchschnittsdioptrienzahl des betreffenden Altersjahres und Geschlechtes für beide Augen dar. Diese Durchschnitte aus den Dioptrienzahlen sind mit $\bar{D}$ bezeichnet. Es ergibt sich gemäß dem Gesagten als

$$\bar{D} = \frac{\sum n_i D_i}{\sum n_i}$$
 Die in den letzten Rechengängen ermittelten Werte für beide Augen, im folgenden durchschnittlicher Dioptrienwert $\bar{D}$ genannt, wurden zur Ermittlung der mittleren Abweichung s_D sowie des Variationskoeffizienten V_D unter Verwendung folgender Formel verwertet:

$$s_D^2 \text{ (Varianz)} = \frac{\sum n_i D_i^2}{\sum n_i} - \bar{D} \frac{\sum n_i D_i}{\sum n_i}$$

$$s_D \text{ (mittlere Abweichung)} = \sqrt{s_D^2}$$

$$V_D \text{ (Variationskoeffizient)} = \frac{s_D}{\bar{D}}$$

Die Ergebnisse wurden in den Tabellen 1 - 46 ebenfalls als s_D und V_D eingetragen.

In Tabelle 47 wurden nun als Gesamtübersicht die Werte n , $\bar{D}$, s_D und V_D für Männer und Frauen getrennt für alle Altersjahre von 40 bis einschließlich 85 Jahren eingetragen und die Werte $n = n_m + n_w$ hinzugefügt.

Die tabellarisch gesammelten Einzelwerte wurden zur besseren Übersicht graphisch in ein Koordinatensystem eingetragen, in dem auf der Abszissenachse die Altersjahre 40 - 85 und auf der Ordinatenachse die durchschnittlichen Dioptrienwerte $\bar{D}$ eingetragen wurden.

Beim Vergleich der $\bar{D}$ für die einzelnen Altersjahre jedes Geschlechtes ergibt sich auf Tabelle 47 und Diagramm 1 kein deutliches Bild, weil die Kurven der beiden Geschlechter einander oftmals überschneiden, was sich im allgemeinen durch Zufallsabweichungen erklären dürfte. Um ein zusammenfassendes Bild über einen etwaigen Unterschied im Verhalten der Geschlechter zu gewinnen, wurde deshalb für jedes Geschlecht der gewogene Durchschnitt aller Altersklassen berechnet. Nennt man für das Altersjahr i die Zahl der untersuchten Männer $n_{i,m}$ und ihren durchschnittlichen Dioptrienwert $\bar{D}_{i,m}$, so erhält man den Gesamtdurchschnitt $\bar{\bar{D}}_m$ als:

$$\bar{\bar{D}}_m = \frac{\sum n_{i,m} \bar{D}_{i,m}}{\sum n_{i,m}}$$

und entsprechend für das weibliche Geschlecht.

Bei einer Gesamtzahl von 3988 männlichen und 4372 weiblichen Untersuchten ergibt sich nach dieser Formel:

$$\bar{\bar{D}}_m = 2,59$$

$$\bar{\bar{D}}_w = 2,80$$

Hiernach schiene es also, als ob die Presbyopie beim weiblichen Geschlecht stärker als beim männlichen wäre. Indessen nimmt diese rohe Berechnung keine Rücksicht darauf, daß der Altersaufbau der untersuchten Personen bei beiden Geschlechtern verschieden ist, und zwar in dem Sinne, daß im großen ganzen die Alter mit höheren Werten bei den Frauen relativ stärker als bei den Männern vertreten sind. Um diese Verschiedenheit rechnerisch auszuschalten, muß eine Standardisierung nach Altersklassen vorgenommen werden, ganz entsprechend der in der Bevölkerungsstatistik, insbesondere der Mortalitätsstatistik, üblichen, wofür in dem vorliegenden Falle die Methode der Standardbevölkerung am zweckmäßigsten ist. Als Standardaufbau empfiehlt sich sinngemäß derjenige der Gesamtheit der Untersuchten beider Geschlechter zusammen. Nennt man den standardisierten Durchschnitt für alle Altersklassen je eines Geschlechtes $\bar{\bar{D}}_{m,s}$ bzw. $\bar{\bar{D}}_{w,s}$, so lautet die

Formel also:

$$\bar{D}_{m,s} = \frac{\sum (n_{1,m} + n_{1,w}) \bar{D}_{1,m}}{\sum (n_{1,m} + n_{1,w})}$$

und entsprechend für das weibliche Geschlecht.

Das Ergebnis dieser Berechnungen lautet:

$$\bar{D}_{m,s} = 2,67$$

$$\bar{D}_{w,s} = 2,74$$

Es zeigt sich somit nur ein ganz geringer Unterschied in der durchschnittlichen Presbyopie zu Ungunsten des weiblichen Geschlechtes, und dieser liegt sogar in den Grenzen der Zufallsabweichung.

Auch Bernstein (1), Heidemann (8) und Steinhaus (15) kommen bei der Trennung des Materials nach Geschlechtern zu dem Ergebnis, daß kein Unterschied zwischen Männern und Frauen bezüglich der Presbyopiedurchschnitte und damit also hinsichtlich der Vergreisung besteht. Dies ist ein sehr überraschendes Resultat, denn die Frauen haben trotz gleicher Presbyopie eine höhere Lebenserwartung als die Männer, was sich allerdings nur auf die Gesamtsterblichkeit bezieht, nicht auf die "normale" im Sinne von Lexis (11) allein; bei dieser scheint kaum ein Unterschied zwischen den Geschlechtern zu bestehen. Infolge des Zusammenhanges zwischen Presbyopie und Vergreisung ist die gesamte höhere Lebenserwartung der Frauen nicht eine Folge geringeren Alterns, sondern anderer Ursachen, z.B. äußerer Gründe, einer erhaltungsgemäßerer Lebensweise der Frauen gegenüber der weniger gesunden Lebensweise der Männer (Alkohol, Nikotin, Berufstätigkeit usw.).

Da also kein reeller Unterschied zwischen den Verläufen der Presbyopie bei beiden Geschlechtern zu bestehen scheint, ist es erlaubt, die Ergebnisse für beide in Durchschnitten zusammenzufassen. Dies geschah in Tabelle 48; und zwar wurden die Mittelwerte von $\bar{D}$, s_D und V_D der Männer und Frauen gemeinsam nach den folgenden Formeln errechnet:

$$\text{Mittelwert von } \bar{D} = \frac{\bar{D}_m + \bar{D}_w}{2}$$

$$\text{Mittelwert von } s_D = \sqrt{\frac{s_{D,m}^2 + s_{D,w}^2}{2}}$$

$$\text{Mittelwert von } V_D = \frac{s_D}{\bar{D}}$$

Tabelle 49 zeigt eine Aufstellung der für das Streuungsband (Diagramm 3) errechneten Werte $\bar{D} + s_D$, $\bar{D} - s_D$ und $\bar{D} + 2 s_D$, $\bar{D} - 2 s_D$.

Diagramm 1 zeigt den Verlauf der durchschnittlichen Dioptrienkurve für Männer und Frauen getrennt.

Diagramm 2 zeigt den Verlauf der mittleren Abweichung s_D . Diese Zahlen beziehen sich auf beide Geschlechter gemeinsam.

Während im Diagramm 1 die Dioptrienwerte $\bar{D}$ noch für Männer und Frauen getrennt aufgetragen wurden, ist nunmehr im Diagramm 3 eine Kurve als Zusammenfassung der Durchschnitte dieser beiden $\bar{D}$ - Kurven eingezeichnet, also entsprechend dem Diagramm 2 für die Streuung.

Zur Ermittlung des Streuungsbandes wurden in diesem Diagramm auch die beiden Kurven für $\bar{D} + s_D$ und $\bar{D} - s_D$ dargestellt.

Weiterhin wurden auch in diesem Diagramm zwei weitere Kurven nach der Formel: $\bar{D} + 2 s_D$ und $\bar{D} - 2 s_D$ eingetragen.

Dieses weitere Streuungsband schließt im Falle einer Normalverteilung 95,5 % aller Varianten ein, und es ist üblich, diejenigen Fälle, die in diesem Bereiche liegen, als "normal" zu bezeichnen.

Das Streuungsband, das wie gesagt, beiderseits vom Durchschnitt durch den einfachen Wert der mittleren Abweichung begrenzt wird, gibt bei der im allgemeinen (mit einer im folgenden zu erwähnenden Ausnahme) für derartige Materialien geltenden Normalverteilung den Bereich beiderseits des Durchschnittes wieder, in dem ungefähr 68 % aller Varianten

liegen, während je ungefähr 16 % unterhalb und oberhalb dieses Bandes sich befinden.

Die Einzeichnung des Streuungsbandes beginnt erst im Alter von 50 Jahren, weil in den darunterliegenden Altern die Verteilung ausgesprochen asymmetrisch ist, so daß das Streuungsband, das von der Vorstellung einer symmetrischen Verteilung der Einzelwerte ausgeht, dort ein verzerrtes Bild der tatsächlichen Verteilung bieten würde.

Dies wird besonders deutlich, wenn man das Maß der Schiefe S nach der Formel von Johannsen berechnet, d.h. nach der Formel $S = \frac{M_3}{S^3}$; hierin bedeutet M_3 das 3. Potenzmoment. Für die Alter von 40 bis einschließlich 45 Jahren ergibt die Berechnung folgende Werte:

Alter	S
40	+ 1,48
41	+ 1,46
42	+ 0,84
43	+ 1,08
44	+ 0,24
45	+ 0,98

Daß es sich durchweg um positive Werte der Schiefe handelt, entsteht dadurch, daß die Verteilung links durch den Wert 0 begrenzt ist und daß in diesem Altersbereiche die Durchschnittswerte relativ, d.h. im Verhältnis zur mittleren Abweichung nahe an 0 liegen. In dem Maße, in dem mit zunehmendem Alter $\bar{D}$ von 0 wegrückt, nimmt die Schiefe ab, und ungefähr von 50 Jahren an ist die Verteilung bis auf Zufallsabweichungen so symmetrisch, daß die Einzeichnung des Streuungsbandes sinngemäß wird.

Die Betrachtung des Verlaufs der Presbyopie als Funktion des Alters kann oder muß sogar für beide Geschlechter gemeinsam erfolgen. Hierbei ergibt sich für den Verlauf der Durchschnittswerte je eines Alters ein ziemlich charakteristisches Bild, das sich mathematisch folgendermaßen beschreiben läßt: Der Ausgangspunkt der Presbyopie, d.h. mit der Ordinate = 0, liegt offenbar kurz vor dem Alter von 40 Jahren, mit dem die Darstellung erst beginnt, weil in den vorhergehenden Altersjahren die Zahl der Fälle mit einer schon erfaßbaren Presbyopie noch zu gering ist; erst recht gilt für diese Alter das bereits Ausgeführte über die ausgesprochene Schiefe der Verteilung um den Durchschnitt, d.h. mit der überwiegenden Zahl der Fälle mit der Presbyopie 0 und einer kleinen Zahl solcher mit positiven Werten. Insofern haben die Durchschnittswerte nicht nur gemäß dem bereits ausgeführten im Alter zwischen 40 und ungefähr 50 Jahren, sondern erst recht in den letzten Jahren unter 40 nicht die Bedeutung typischer Durchschnitte. Trotzdem fügen sie sich gut in den Gesamtverlauf der Durchschnittswerte ein. Dieser Verlauf beginnt vor dem Alter von 40 Jahren anscheinend ziemlich abrupt sehr steil; mit steigendem Alter nimmt der Durchschnittswert der Presbyopie auch weiterhin monoton zu, aber der Neigungswinkel wird immer flacher, was also näherungsweise durch die übliche Darstellung der Kliniker wiedergegeben wird, daß jenseits des Alters von 70 Jahren die Presbyopie konstant bleibe; dies entspricht also der Wirklichkeit ungefähr, jedoch nicht ganz exakt. Diese Verlaufsform scheint sich auch bis in die höchsten überhaupt in die Beobachtung einbezogenen Alter bis einschließlich 85 Jahren fortzusetzen; allerdings weist von ungefähr 80 Jahren an der Verlauf stärkere Zacken auf, was sich aber ohne weiteres dadurch erklärt, daß in diesen Altern die Beobachtungszahlen laut Tabelle 49 schon ziemlich klein sind, der mittlere Fehler des Durchschnitts (s_D dividiert durch die Quadratwurzel aus der Zahl der Fälle) also entsprechend größer. Wie der Verlauf sich jenseits des Alters von 85 Jahren fortsetzen mag, darüber ist kein Beobachtungsmaterial vorhanden; es steht jedoch nichts der Vermutung

entgegen, daß der Trend auch dann noch unverändert bleibt, d.h. Erhöhung des Durchschnitts mit steigendem Alter, jedoch immer stärker abgeflacht. Bezeichnet man das Alter mit x und den Durchschnittswert der Presbyopie im Alter x mit y , so bleibt also der Differentialquotient $\frac{dy}{dx}$ immer positiv, nimmt aber mit steigendem x immer mehr ab. Den Verlauf durch eine mathematische Funktion auszudrücken, die diese Bedingungen erfüllt, ist kaum möglich, weil es unendlich viele Funktionen gibt, die ihnen entsprechen. Als mutmaßlich für die hier in Betracht kommenden Werte von x gut passende Funktion sei die logarithmische erwähnt, d.h. $y = a \log (x + b)$ (hierbei sind a und b empirisch zu bestimmende Konstanten).

Beim Vergleich der gefundenen Presbyopiedurchschnitte in den einzelnen Altersstufen mit denen aus früheren Jahrzehnten fällt auf, daß das neue Material einen höheren Durchschnitt aufweist als das alte (s. Diagramm 4). In der folgenden Betrachtung werden zunächst die möglichen Ursachen für diese Änderung besprochen. Es kann teilweise an dem Material liegen, da die von Heidemann (8) aufgestellten Presbyopiedurchschnitte Patienten angehören, die aus Göttingen und Hildesheim, besonders aber aus der Umgebung dieser Städte stammen. Das Material von Steinhaus (15) und das meinige (s. Tabelle 1 - 47) stammt aus Großstädten (Leipzig und Berlin), so daß es sich vielleicht um Unterschiede in der Vergreisung zwischen Stadt- und Landbevölkerung handelt, was aber nicht mit Sicherheit erkennbar ist. Weiterhin könnte man den Anstieg der Presbyopiedurchschnitte generell auf säkulare Änderungen in der Vergreisung des Menschen zurückführen. Dies kann aber noch nicht entschieden werden, da der Zeitraum der Untersuchungen und das Material noch zu gering sind. Sollten sich auch die angeführten Hypothesen in der Zukunft als richtig erweisen, so liegt dennoch die wesentliche Ursache im Ansteigen der Presbyopiedurchschnitte in der Änderung der Prüfungsmethoden begründet:

Für die Brillenverordnung werden heute im Gegensatz zu früher

1. Eine geringere Lesegröße bei der Prüfung der Sehschärfe in der Nähe,
2. Eine geringere Leseentfernung und
3. Umfangreichere Untersuchungen gefordert.

Man prüft nicht mehr den Jäger III - V, sondern die kleineren Schriftzeichen des Nieden I, der dem Jäger II entspricht. Schon aus diesem Grunde ist ein Ansteigen der Presbyopiedurchschnitte zu erwarten. Die Veranlassung, Leseproben mit kleineren Buchstaben bei der Prüfung der Sehschärfe in der Nähe einzuführen, bildeten die Zeitungen. Diese stellten ihren Drucksatz um die Jahrhundertwende auf kleinere Druckbuchstaben um. Als Folge der kleineren Lesezeichen ergab sich wiederum die Notwendigkeit, die Lesedistanz, auf die man die Leseproben prüft, zu verringern. Man prüft jetzt auf 25 - 33 cm statt auf 33 - 40 cm. Aus diesem Grunde wird die Presbyopie sich eher bemerkbar machen, und die Durchschnittswerte werden höher. Weiterhin erbringen die verbesserten Untersuchungsmöglichkeiten genauere Untersuchungsergebnisse.

Alles dies deutet darauf hin, daß es sich nur um eine scheinbare Änderung der Ergebnisse handelt, so daß die Momente, die für eine reelle Änderung sprechen könnten, überhaupt nicht berücksichtigt zu werden brauchen.

VI. Über den Zusammenhang von Presbyopie und Lebensdauer.

Wie in der Einleitung schon angedeutet, treten mit der zunehmenden Lebenserwartung gerontologische Probleme immer mehr in den Vordergrund. Dazu gehört auch die Presbyopie. Für die Bevölkerungsstatistik und Versicherungsmedizin ist es sicher von Interesse, daß die Medizin eines Tages in der Lage sein könnte, aus dem Alterszustand der Augenlinsen (Messung der Akkommodationsbreite), der Haut, der Haare usw. eines Individuums eine Aussage zu machen über dessen künftige Alterung und damit auch bis zu einem gewissen Grade über die fernere Lebensdauer.

Das setzt natürlich voraus, daß man an einer möglichst großen Anzahl von Menschen den Alterszustand ihrer Gewebe bzw. Organe über eine längere Reihe von Jahren verfolgt, weiterhin die fernere Überlebensdauer (Differenz zwischen Untersuchungs- und Todesalter) feststellt, um zu möglichst allgemeingültigen Ergebnissen zu kommen. Die derart gewonnenen Werte könnten dann einen Hinweis geben über das gegenwärtige physiologische Alter eines Untersuchten sowie über dessen künftige Alternskurve. Allerdings wird man aber auch daran denken müssen, daß Altersveränderungen einen hereditären Bestandteil enthalten und durch Umgebung und Lebensweise beeinflußt werden können.

Ein weiterer Gesichtspunkt ergibt sich aus der Tatsache, daß die Gerontologie bemüht ist, mit Hilfe bestimmter Substanzen das Altern hinauszuschieben. Auch hier könnte das die Altersveränderungen betreffende Zahlenmaterial eingesetzt werden, um diese Substanzen auf ihre Wirksamkeit zu kontrollieren. Für die Beobachtung lassen sich zwei Richtungen unterscheiden:

Die biologisch - chemische Analyse der altersveränderten Organe und die Messung des gesamten Alternsvorganges am Lebenden.

Für die erste Richtung sind die schon beschriebenen Untersuchungen von Bürger und Schlomka kennzeichnend, die sich mit der Altersphysiologie befassen.

Was die Untersuchung am Lebenden anbetrifft, sind solche über den Zusammenhang von Alterssichtigkeit und Lebensdauer vorgenommen worden. In den vorliegenden Arbeiten ist nun untersucht worden, ob die Linse des Auges so gleichmäßig mit den anderen Organen des Körpers altert, daß man aus dem Grad der Sklerose der Augenlinse einen genügend sicheren Schluß auf den Alterszustand der inneren Organe und damit des ganzen Menschen ziehen kann.

Heidemann (8) suchte aus dem Material der Göttinger Augenklinik und aus dem von Ärzten aus Göttingen und Hildesheim Patienten heraus, die in den Jahren 1879 bis einschließlich 1908 untersucht wurden und von denen nur noch ein geringer Prozentsatz am Leben sein konnte. Auf Grund der durchschnittlichen Presbyopie in den Lebensjahren von 40 an wurden die Untersuchten in drei Klassen eingeteilt, nämlich in eine überdurchschnittliche, durchschnittliche und unterdurchschnittliche. Es wurde dann die von den Untersuchten nach der Untersuchung noch verlebte Zeit ermittelt. Es ergab sich, daß die drei verschiedenen Klassen unterschiedliche Lebenserwartung besitzen; und zwar in dem Sinne, daß bei gleichem Untersuchungsalter mit zunehmender Presbyopie die fernere Lebensdauer abnimmt.

Steinhaus (15) führte an Hand des Materials der Göttinger Augenklinik eine gleiche Untersuchung durch. Er bezog sich auf das Material der von 1880 bis einschließlich 1908 Untersuchten und auf die zwei Jahre 1929, 1930. Es wurden dabei aber nicht nur die Todesdaten ermittelt, sondern auch die Todesursachen. Die Trennung des Materials nach Todesursachen wurde deshalb vorgenommen, um auch an den verschiedenen Krankheitsgruppen die Beziehung zwischen Presbyopie und der zu erwartenden Lebensdauer aufzuzeigen.

Steinhaus ging so vor, daß er für jedes Alter einen Presbyopiedurchschnitt als normale Presbyopie bestimmte. Er schuf wie Heidemann drei Presbyopieklassen. Die Lebenserwartungen der Personen dieser drei Klassen unterschieden sich derart, daß die Lebensdauer der Personen mit unterdurchschnittlicher Presbyopie größer ist als die der durchschnittlich Presbyopen.

Diese haben wiederum eine höhere Lebenserwartung als die überdurchschnittlich Presbyopen; diese Feststellung bezieht sich auf jedes Alter und Geschlecht.

Die Hauptgruppe erfaßt die an Herz- und Gehirnschlag sowie an Altersschwäche Gestorbenen. Weitere Nebengruppen umfassen die an Krebs, Tuberkulose, Lungenentzündung, Lues, Diabetes und Nierenleiden Gestorbenen.

Bei den Nebengruppen zeigt sich der Zusammenhang in geringem Maße und den gefundenen Werten ist infolge der Kleinheit des Materials keine wesentliche Bedeutung beizumessen.

Bei der Hauptgruppe der Fälle mit "natürlichem" Tod dagegen ergibt sich ein weit stärkerer Zusammenhang. Hier zeigt sich ein eindeutiger Anstieg der Überlebensdauer von der überdurchschnittlichen zur unterdurchschnittlichen Presbyopieklasse, der in allen Altersklassen auftritt.

Abschließend wird man sagen können, daß der Zusammenhang zwischen dem Grad der Presbyopie und der Lebensdauer sich auf Fälle anwenden läßt, bei denen ein normaler Alterstod zu erwarten ist, also in der Hauptsache durch den Vergreisungszustand bedingt ist. Bei diesen Fällen ist die Sklerose der Augenlinse ein guter Gradmesser für den Vergreisungszustand lebenswichtiger Organe und damit der noch zu erwartenden Lebenslänge. Bei den anderen Gruppen besteht offenbar kein größerer Zusammenhang.

VII. Zusammenfassung.

1. Nach einer kurzen Darstellung der wichtigsten anatomischen, entwicklungsgeschichtlichen, chemischen und physiologischen Grundtatsachen der menschlichen Linse wurde näher auf die Entstehung der Presbyopie eingegangen. Diese ist die Folge eines physiologischen Alternsvorganges - Sklerosierung der Linse genannt -, dem jedes Auge unterliegt.
2. Der Verlauf der Presbyopie in den einzelnen Altersklassen zeigt im Vergleich der beiden Geschlechter einen ganz geringen Unterschied in der durchschnittlichen Presbyopie zu Ungunsten des weiblichen Geschlechtes, und dieser liegt in den Grenzen der Zufallsabweichung. Auch andere Untersucher kommen bei der Trennung des Materials nach Geschlechtern zu dem Ergebnis, daß praktisch kein Unterschied zwischen Männern und Frauen bezüglich der Presbyopiedurchschnitte besteht. Infolge des Zusammenhanges zwischen Presbyopie und Vergreisung ist daher die höhere Lebenserwartung der Frauen (die sich allerdings nur auf die Gesamtsterblichkeit bezieht und nicht auf die "normale" im Sinne von Lexis allein) nicht auf eine geringere Vergreisung, sondern sicher auf eine erhaltungsgemäße Lebensweise der Frauen zurückzuführen.
3. Da kein nachweisbarer Unterschied zwischen der Presbyopie bei Männern und Frauen besteht, wurden die Ergebnisse für beide Geschlechter in Durchschnitten zusammengefaßt.
4. Bei der Betrachtung des Verlaufes der Presbyopie in den einzelnen Altersklassen ergibt sich folgendes Bild: Die Durchschnittswerte der Presbyopie weisen in den Altern zwischen 40 und 50 Jahren einen steilen Anstieg auf. In den folgenden Lebensaltern nehmen die Presbyopiedurchschnitte auch weiterhin zu, jedoch nicht mehr so stark, so daß der Anstieg immer flacher wird.
5. Die Streuung der Einzelwerte in den verschiedenen Altersklassen um deren Durchschnittswerte hält sich mit unregelmäßigen Schwankungen über alle hier betrachteten Altersklassen hinweg in ungefähr gleicher Höhe, nämlich mit

einer mittleren Abweichung von ungefähr 0,6 dptr. Der Variationskoeffizient nimmt daher mit zunehmendem Alter stark ab.

6. Die Presbyopiedurchschnitte des Materials 1957 - 1959 haben sich gegenüber dem Material des Zeitraumes 1880/1908 (in den Altersstufen von 40 bis einschließlich 65 Jahren) im Durchschnitt um 0,47 dptr erhöht.

Die Zunahme der Presbyopiedurchschnitte gegenüber dem Material aus den Jahren 1929/1930 (in den Altersjahren von 40 bis einschließlich 73) beträgt lediglich 0,12 dptr.

Die Zunahme der Presbyopiedurchschnitte liegt in der Änderung der Praxis der Brillenverordnung begründet, so daß es sich also nur um einen scheinbaren Anstieg der Presbyopie handelt. Ob eine echte Zunahme der Presbyopie infolge säkularer Änderung in der Vergreisung der Bevölkerung vorliegt, kann infolge des geringen Zeitabstandes und Materials nicht entschieden werden, ebensowenig die Frage, ob Unterschiede in der Vergreisung zwischen Stadt- und Landbevölkerung bestehen.

7. Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Grad der Presbyopie eines Menschen und seiner ferneren Lebenserwartung, da die Sklerose der Linse ein guter Gradmesser für den Vergreisungszustand lebenswichtiger Organe ist. Eine relativ spät einsetzende Presbyopie hat demnach die Bedeutung einer allgemeinen Jugendlichkeit und daher einer erhöhten Lebenserwartung. Besonders stark ist dieser Zusammenhang bei solchen Personen, die eines normalen Alterstodes sterben, der also in der Hauptsache durch den Vergreisungszustand bedingt ist.

Tabelle: 1

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00	23	23	23	25	25	25
0,25	1	1	1	2	2	2
0,50	9	9	9	4	4	4
0,75	4	4	4	5	5	5
1,00	19	18	18	14	14	14
1,25	6	6	6	2	2	2
1,50	4	4	5	4	3	3
1,75	2	2	2			1
2,00		1		4	5	4
2,25	1	1	1	1	1	1
2,50	1	1	1	2	2	2
2,75						
3,00						
3,25						
3,50						
3,75				2	2	2
4,00						
4,25				1	1	1
4,50						
4,75						
5,00						
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	70	70	70	66	66	66
$\bar{D}$	0,69	0,71	0,70	0,86	0,86	0,86
S_D	.	.	0,61	.	.	0,97
V_D	.	.	0,87	.	.	1,13

Tabelle: 2

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 41 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00	19	19	19	2	2	2
0,25						
0,50	4	4	4	8	8	8
0,75				6	6	6
1,00	16	16	15	16	17	15
1,25	3	3	4	3	3	6
1,50	10	9	10	6	4	3
1,75						1
2,00	2	3	2	1	2	1
2,25						
2,50	3	3	3			
2,75						
3,00						
3,25	1					
3,50			1			
3,75						
4,00		2		1	1	1
4,25			1			
4,50	1					
4,75						
5,00						
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	59	59	59	43	43	43
$\bar{D}$	0,96	0,97	0,96	1,01	1,01	1,01
S_D	.	.	0,89	.	.	0,61
V_D	.	.	0,93	.	.	0,60

Tabelle: 3

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 42 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durchschnitt	links	rechts	Durchschnitt
0,00	9	9	9	11	11	11
0,25	1	1	1	1	1	1
0,50	8	7	7	10	9	9
0,75	4	4	5	3	3	4
1,00	13	17	13	22	24	22
1,25	3	3	5	5	5	5
1,50	9	8	8	11	12	12
1,75			1	1	1	2
2,00	13	9	9	10	8	8
2,25	3	3	4	1	1	1
2,50	1	2	1	4	4	4
2,75			1	2	2	2
3,00	2	2	2			
3,25						
3,50		1				
3,75						
4,00						
4,25						
4,50						
4,75						
5,00	1	1	1			
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	67	67	67	81	81	81
$\bar{D}$	1,25	1,25	1,25	1,14	1,14	1,13
S_D	.	.	0,91	.	.	0,71
V_D	.	.	0,73	.	.	0,63

Tabelle: 4

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 43 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00	9	9	9			
0,25	1	1	1			
0,50	10	9	9	6	6	6
0,75	3	3	4	8	8	8
1,00	28	32	28	22	23	22
1,25	6	6	7	1	1	2
1,50	19	19	19	19	19	18
1,75	2	3	3	2	2	3
2,00	14	13	14	7	5	5
2,25	1			2	2	2
2,50	5	5	6	6	6	6
2,75	1	1	1	2	2	2
3,00	5	3	3	1		1
3,25						
3,50						1
3,75						
4,00				2	4	2
4,25						
4,50						
4,75						
5,00	1	1	1			
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	105	105	105	78	78	78
$\overline{D}$	1,34	1,29	1,31	1,46	1,49	1,48
S_D	.	.	0,80	.	.	0,77
V_D	.	.	0,61	.	.	0,52

Tabelle: 5

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	<u>Alter: 44 J.</u>					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00	12	12	12	4	4	4
0,25				1	1	1
0,50	9	9	9	3	4	3
0,75	4	5	4	3	3	3
1,00	29	29	29	27	26	27
1,25	6	6	7	7	6	7
1,50	36	35	35	26	26	25
1,75	2	2	2	4	4	5
2,00	10	10	10	15	16	15
2,25				1	1	1
2,50	6	7	6	5	4	4
2,75	1	1	2			1
3,00	1			5	6	5
3,25						
3,50				1	1	1
3,75						
4,00						
4,25						
4,50						
4,75						
5,00						
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	116	116	116	102	102	102
$\overline{D}$	1,23	1,22	1,22	1,46	1,47	1,46
S_D	.	.	0,65	.	.	0,69
V_D	.	.	0,53	.	.	0,47

Tabelle: 6

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	<u>Alter: 45 J.</u>					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00	2	2	2	1	1	1
0,25				1	1	1
0,50	4	4	4	6	7	6
0,75	4	4	4	3	3	4
1,00	17	16	16	21	20	19
1,25	7	7	7	7	7	8
1,50	45	45	46	34	33	33
1,75	4	4	4	3	3	5
2,00	19	20	19	18	19	17
2,25	1	1	1	4	4	4
2,50	3	4	3	8	8	8
2,75			1			
3,00	2	1	1	3	3	3
3,25						
3,50						
3,75				2	2	2
4,00						
4,25						
4,50						
4,75				1	1	1
5,00						
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	108	108	108	112	112	112
$\bar{D}$	1,48	1,48	1,48	1,59	1,59	1,59
S_D	.	.	0,49	.	.	0,71
V_D	.	.	0,33	.	.	0,45

Tabelle: 7

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 46 J.					
	Männer		Durch- schnitt	Frauen		Durch- schnitt
	links	rechts		links	rechts	
0,00	2	2	2	4	4	4
0,25						
0,50	3	2	2	6	6	6
0,75	4	4	5	4	4	4
1,00	24	26	22	19	20	19
1,25	4	5	9	5	6	6
1,50	41	40	38	30	28	29
1,75	4	4	5	7	7	7
2,00	21	22	19	19	20	18
2,25	3	3	6	1	1	4
2,50	10	8	8	10	8	7
2,75						1
3,00	6	4	5	4	5	4
3,25				1	1	1
3,50		1	1	4	4	4
3,75				1	1	1
4,00		1				
4,25						
4,50	1	1	1			
4,75						
5,00	1	1	1			
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	124	124	124	115	115	115
$\bar{D}$	1,64	1,64	1,64	1,62	1,62	1,62
s_D	.	.	0,73	.	.	0,78
v_D	.	.	0,45	.	.	0,48

Tabelle: 8

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 47 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00	1	1	1			
0,25						
0,50	5	3	3	2	3	2
0,75	3	3	5	2	2	3
1,00	16	19	16	15	14	14
1,25	10	10	11	5	5	5
1,50	40	40	39	27	27	27
1,75	16	16	16	9	9	9
2,00	40	40	41	33	32	32
2,25	7	7	7	5	5	5
2,50	17	17	15	11	11	12
2,75	3	3	4	1	1	1
3,00	3	4	5	8	9	8
3,25						
3,50	4	1	1	1	1	1
3,75	1	1	2			
4,00	1	2	1	1	1	1
4,25						
4,50						
4,75						
5,00						
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	167	167	167	120	120	120
$\bar{D}$	1,79	1,78	1,78	1,83	1,83	1,83
S_D	.	.	0,64	.	.	0,63
V_D	.	.	0,36	.	.	0,34

Tabelle: 9

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 48 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00	1	1	1	2	2	2
0,25						
0,50	3	4	3	2	4	2
0,75			1	1	1	3
1,00	17	17	16	14	10	10
1,25	2	2	2	6	6	6
1,50	35	35	35	15	16	17
1,75	10	10	11	10	10	10
2,00	32	28	29	36	38	37
2,25	4	4	6	3	3	3
2,50	13	15	12	19	18	18
2,75	4	4	4	4	4	4
3,00	6	6	7	2	3	2
3,25				1	1	2
3,50		1		2	1	1
3,75						
4,00				2	2	2
4,25						
4,50	1	1	1			
4,75						
5,00	1	1	1			
5,25						
5,50						
5,75						
6,00	1	1	1	1	1	1
Zus.	130	130	130	120	120	120
$\bar{D}$	1,85	1,86	1,86	1,92	1,92	1,92
S_D	.	.	0,78	.	.	0,78
V_D	.	.	0,42	.	.	0,41

Tabelle: 10

Alter: 49 J.

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Männer		Durch- schnitt	Frauen		Durch- schnitt
	links	rechts		links	rechts	
0,00				1	1	1
0,25						
0,50				1	1	1
0,75						
1,00	13	13	13	9	10	10
1,25	4	4	4	3	2	2
1,50	27	25	24	29	27	27
1,75	2	2	6	10	10	11
2,00	64	68	63	53	54	53
2,25	12	12	14	5	5	7
2,50	25	24	24	25	25	23
2,75	3	3	3	5	5	6
3,00	14	13	13	8	9	8
3,25	2	2	2	1	1	1
3,50	4	4	4	1	1	1
3,75						
4,00	1	1				
4,25						
4,50			2	1	1	1
4,75						
5,00	1	2		1	1	1
5,25			1			
5,50	1					
5,75						
6,00						
Zus.	173	173	173	153	153	153
$\bar{D}$	2,11	2,10	2,11	2,01	2,02	2,02
s_D	.	.	0,81	.	.	0,63
v_D	.	.	0,38	.	.	0,31

Tabelle: 11

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	<u>Alter: 50 J.</u>					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50	2	2	2			
0,75						
1,00	1	2	1	1	1	1
1,25	1	3	2	5	5	5
1,50	29	26	28	14	14	14
1,75	3	4	3	5	5	5
2,00	43	42	43	46	47	45
2,25	5	5	6	8	8	10
2,50	33	34	33	39	37	37
2,75	5	4	4	7	7	9
3,00	14	14	14	17	18	16
3,25	3	3	3	1	1	1
3,50				2		
3,75						1
4,00				3	4	3
4,25						1
4,50						
4,75					1	
5,00						
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	139	139	139	148	148	148
$\bar{D}$	2,14	2,13	2,13	2,32	2,31	2,32
S_D	.	.	0,55	.	.	0,40
V_D	.	.	0,26	.	.	0,17

Tabelle: 12

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50	1	1	1			
0,75						
1,00	4	4	4	5	6	5
1,25						1
1,50	15	16	15	14	14	13
1,75	7	6	7	6	6	6
2,00	47	46	46	33	32	33
2,25	9	9	11	12	12	12
2,50	43	45	42	40	37	38
2,75	5	5	7	8	8	10
3,00	22	20	20	10	13	10
3,25	3	3	3	2	2	2
3,50				1	1	1
3,75				1	1	1
4,00	1	1	1	4	4	4
4,25						
4,50	1	1	1			
4,75						
5,00	1	1	1			
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	159	159	159	136	136	136
$\bar{D}$	2,29	2,28	2,29	2,29	2,29	2,29
S_D	.	.	0,59	.	.	0,60
V_D	.	.	0,26	.	.	0,26

Tabelle: 13

Alter: 52 J.

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Männer		Durch- schnitt	Frauen		Durch- schnitt
	links	rechts		links	rechts	
0,00						
0,25						
0,50	3	3	3			
0,75	1	1	1	1	1	1
1,00	2	3	2	3	1	1
1,25	2	2	3			
1,50	11	10	10	5	8	6
1,75	2	2	2	2	2	6
2,00	38	40	38	29	28	26
2,25	10	10	11	13	13	13
2,50	41	40	40	40	40	40
2,75	8	8	8	4	4	5
3,00	22	24	23	14	14	13
3,25	1	1	3	3	3	3
3,50	7	4	4	3	3	2
3,75						1
4,00	5	4	5	1		1
4,25						
4,50		1		1	2	1
4,75						
5,00				1	1	1
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	153	153	153	120	120	120
$\bar{D}$	2,38	2,36	2,37	2,41	2,41	2,41
S_D	.	.	0,65	.	.	0,60
V_D	.	.	0,27	.	.	0,25

Tabelle: 14

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 53 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50	1	1	1			
0,75						
1,00	5	5	5	3	3	3
1,25				3	3	3
1,50	5	5	5	7	7	7
1,75	1	1	1			
2,00	26	27	26	19	20	19
2,25	13	13	14	14	14	15
2,50	65	63	62	35	34	34
2,75	12	12	14	9	9	9
3,00	17	19	18	23	22	22
3,25	5	5	5	2	2	2
3,50	4	4	3	6	5	6
3,75	1	1	2			
4,00	2	1	1	3	3	2
4,25						1
4,50				1	2	2
4,75						
5,00					1	
5,25						1
5,50				1	1	
5,75						
6,00						
Zus.	157	157	157	126	126	126
$\overline{D}$	2,45	2,44	2,45	2,52	2,54	2,53
S_D	.	.	0,52	.	.	0,69
V_D	.	.	0,21	.	.	0,27

Tabelle: 15

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 54 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50	1	1	1			
0,75				1	1	1
1,00	3	7	3			
1,25	1	1	5			
1,50	10	6	6	4	4	4
1,75	3	3	3			
2,00	21	22	20	22	21	21
2,25	7	7	9	4	4	5
2,50	43	41	40	59	58	56
2,75	4	4	8	5	5	9
3,00	24	24	21	23	27	22
3,25	2	2	3	3	3	3
3,50	8	9	8	8	8	10
3,75						
4,00	2	3	2	3	2	1
4,25			1			
4,50	1			2	2	3
4,75						
5,00				2	1	1
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	130	130	130	136	136	136
$\bar{D}$	2,46	2,45	2,46	2,64	2,63	2,63
S_D	.	.	0,64	.	.	0,60
V_D	.	.	0,26	.	.	0,23

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 55 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50	1					
0,75			1			
1,00	2	2	1			
1,25						
1,50	4	5	4	1	2	1
1,75	2	2	3	1	1	1
2,00	17	15	15	16	16	17
2,25	1	2	2	5	5	5
2,50	49	49	47	52	50	49
2,75	6	6	10	5	5	8
3,00	23	22	21	19	23	18
3,25	6	6	6	2	2	5
3,50	9	10	9	14	10	9
3,75	1	1	1			2
4,00	5	5	5	6	8	7
4,25	1	1	1			
4,50				2	1	1
4,75						
5,00						
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	126	126	126	123	123	123
$\overline{D}$	2,65	2,67	2,67	2,75	2,71	2,73
S_D	.	.	0,57	.	.	0,52
V_D	.	.	0,21	.	.	0,19

Tabelle: 17

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 56 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50	1	1	1		1	
0,75						
1,00	1	1	1			1
1,25						
1,50	5	6	5	4	2	2
1,75				1	1	2
2,00	10	11	10	12	12	11
2,25	4	5	7	5	5	6
2,50	52	50	50	40	43	40
2,75	13	12	12	16	16	17
3,00	34	37	34	28	29	27
3,25	3	3	6	3	3	4
3,50	9	6	6	7	6	8
3,75	1	1	1			
4,00	2	3	2	5	2	3
4,25						
4,50	2	2	3		1	
4,75	1	1	1			
5,00	1					
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	139	139	139	121	121	121
$\overline{D}$	2,72	2,70	2,71	2,69	2,66	2,68
S_D	.	.	0,56	.	.	0,48
V_D	.	.	0,21	.	.	0,18

Tabelle: 18

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 57 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50		1				
0,75			1			
1,00	1					
1,25						
1,50	10	10	9	3	3	3
1,75	2	3	4			
2,00	16	13	13	8	10	8
2,25	3	2	5	1	1	3
2,50	42	47	40	31	26	26
2,75	16	15	18	21	21	24
3,00	38	39	41	45	48	44
3,25	5	5	5	9	9	11
3,50	15	13	12	11	12	10
3,75	2	2	2	4	4	5
4,00	5	4	4	5	3	3
4,25			1			
4,50	1	2	1			
4,75						
5,00	1	1	1	2	2	3
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	157	157	157	140	140	140
$\bar{D}$	2,72	2,69	2,70	2,90	2,91	2,91
s_D	.	.	0,69	.	.	0,55
v_D	.	.	0,26	.	.	0,19

Tabelle: 19

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 58 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50				1		
0,75	1	1	1			
1,00				1	1	1
1,25						
1,50	2	2	2	1	1	2
1,75	1	1	1	2	2	2
2,00	13	12	12	4	6	4
2,25	1	1	2	2	2	4
2,50	20	21	17	26	25	23
2,75	16	16	20	11	11	12
3,00	35	38	36	40	42	41
3,25	6	6	7	6	6	7
3,50	14	9	9	13	14	11
3,75	3	3	5			2
4,00	2	4	2	6	5	4
4,25						2
4,50				2	1	1
4,75						
5,00				3	2	2
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	114	114	114	118	118	118
$\overline{D}$	2,81	2,81	2,81	2,94	2,92	2,93
S_D	.	.	0,54	.	.	0,62
V_D	.	.	0,19	.	.	0,21

Tabelle: 20

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	<u>Alter: 59 J.</u>					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00	1	2	1			
1,25			1			
1,50	2	1	1	2	2	2
1,75	1	1	1	2	2	2
2,00	5	4	4	6	6	6
2,25	4	4	5	1	1	1
2,50	16	15	14	25	25	24
2,75	4	2	4	5	5	6
3,00	49	49	48	62	62	62
3,25	6	7	8	7	7	8
3,50	19	21	20	18	18	17
3,75	4	4	4	3	3	3
4,00	5	7	5	10	12	10
4,25			1			1
4,50	1			2	1	2
4,75						
5,00				1		
5,25						
5,50						
5,75						
6,00				1	1	1
Zus.	117	117	117	145	145	145
$\overline{D}$	2,98	3,00	2,99	3,03	3,02	3,03
S_D	·	·	0,56	·	·	0,72
V_D	·	·	0,19	·	·	0,24

Tabelle: 21

Alter: 60 J.

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50	1			1	1	1
0,75			1			
1,00	1	2	1	2	2	2
1,25				1	1	1
1,50	3	2	2	2	2	2
1,75						
2,00	8	7	7	9	9	8
2,25	1	1	4	4	4	4
2,50	24	23	20	18	20	20
2,75	6	6	9	3	3	5
3,00	45	48	44	53	51	50
3,25	6	6	7	7	7	7
3,50	22	19	20	29	30	28
3,75	3	3	5	2	3	5
4,00	3	6	3	12	10	10
4,25	1	1	1	3	3	3
4,50				4	3	3
4,75						
5,00		1		1	1	2
5,25			1			
5,50	1				2	
5,75						1
6,00				2	1	1
Zus.	125	125	125	153	153	153
$\bar{D}$	2,92	2,96	2,94	3,09	3,09	3,09
SD	.	.	0,61	.	.	0,78
V _D	.	.	0,21	.	.	0,25

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 61 J.					
	Männer		Durch- schnitt	Frauen		Durch- schnitt
	links	rechts		links	rechts	
0,00						
0,25						
0,50	1	1	1			
0,75						
1,00	1	2	1			
1,25			1			
1,50	2	1	1	2	2	2
1,75	1	1	1			
2,00	5	4	4	8	8	8
2,25			1	1	1	1
2,50	12	15	12	17	18	17
2,75	10	10	12	3	3	4
3,00	40	38	37	52	53	51
3,25	6	6	7	7	7	9
3,50	10	12	11	26	26	24
3,75	1	1	2	4	4	6
4,00	6	4	4	9	7	7
4,25	1	1	1			
4,50	1			2	2	2
4,75			1			
5,00		1		1	1	1
5,25						
5,50	1	1	1			
5,75						
6,00	1	1	1			
Zus.	99	99	99	132	132	132
$\bar{D}$	2,99	2,98	2,98	3,08	3,06	3,07
S_D	.	.	0,75	.	.	0,57
V_D	.	.	0,25	.	.	0,19

Alter: 62 J.

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00				1		
1,25						1
1,50				1	1	
1,75				2	1	1
2,00	3	3	3	5	7	7
2,25				3	3	5
2,50	10	11	10	12	12	10
2,75	2	2	2	4	4	4
3,00	31	31	30	47	47	46
3,25	5	5	8	8	8	9
3,50	14	15	13	25	28	26
3,75	7	7	8	4	4	5
4,00	12	10	10	9	8	8
4,25	1	1	1	1	1	2
4,50	1	1	1	4	2	2
4,75						
5,00	1	1	1			
5,25						
5,50	1	1	1			
5,75						
6,00						
Zus.	88	88	88	127	127	127
$\overline{D}$	3,28	3,25	3,26	3,13	3,13	3,13
S_D	.	.	0,61	.	.	0,61
V_D	.	.	0,19	.	.	0,19

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 63 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75		1				
1,00			1	1	1	1
1,25	1					
1,50	1	1				
1,75			1			
2,00	1	4	2	2	2	2
2,25	2	2	3	1	1	1
2,50	7	6	5	13	17	13
2,75	3	3	6	3	3	7
3,00	27	24	23	39	34	33
3,25	7	7	8	13	13	16
3,50	26	26	25	34	38	33
3,75	3	3	4	5	5	8
4,00	9	10	9	9	6	6
4,25				1	2	1
4,50	1	1	1	2	2	3
4,75				1		
5,00	1	1	1	2	2	2
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	89	89	89	126	126	126
$\bar{D}$	3,22	3,20	3,21	3,28	3,25	3,26
S_D	.	.	0,59	.	.	0,30
V_D	.	.	0,18	.	.	0,09

Tabelle: 25

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	<u>Alter: 64 J.</u>					
	Männer		Durch- schnitt	Frauen		Durch- schnitt
	links	rechts		links	rechts	
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00	1	1	1			
1,25						
1,50		1				
1,75						
2,00	2	1	1	2	2	2
2,25	1	1	2	3	3	3
2,50	6	8	7	8	8	7
2,75	5	5	7	4	4	6
3,00	33	32	30	39	41	37
3,25	8	8	8	7	7	9
3,50	21	20	21	33	31	33
3,75	5	5	6	6	6	6
4,00	10	11	8	19	20	18
4,25	1	1	3	1	1	1
4,50	1	1	1	3	3	3
4,75						1
5,00	2	1	1	1	1	1
5,25						
5,50				1		
5,75						
6,00				1	1	1
Zus.	96	96	96	128	128	128
$\overline{D}$	3,25	3,22	3,23	3,36	3,34	3,35
S_D	.	.	0,58	.	.	0,59
V_D	.	.	0,18	.	.	0,18

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 65 J.					
	Männer		Durch- schnitt	Frauen		Durch- schnitt
	links	rechts		links	rechts	
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50	1	1	1		1	
1,75				1		
2,00	5	4	4	2	1	2
2,25			1			1
2,50	8	8	7	9	9	9
2,75	1	1	2	4	4	4
3,00	20	21	20	36	33	32
3,25	6	7	6	2	2	5
3,50	27	27	28	34	38	35
3,75	5	5	5	4	4	5
4,00	10	8	8	10	10	9
4,25			1	3	3	3
4,50	4	5	4	4	4	3
4,75				1	1	2
5,00				3	1	2
5,25						
5,50					1	1
5,75						
6,00					1	
Zus.	87	87	87	113	113	113
$\bar{D}$	3,28	3,28	3,28	3,35	3,38	3,37
S_D	.	.	0,58	.	.	0,61
V_D	.	.	0,18	.	.	0,18

Tabelle: 27

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	<u>Alter: 66 J.</u>					
	Männ er			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50	1	1	1			
1,75						
2,00				4	4	4
2,25				2	1	1
2,50	10	10	10	6	7	7
2,75				3	4	4
3,00	22	22	20	34	30	30
3,25	1	1	4	8	8	10
3,50	20	20	20	41	43	40
3,75	8	9	8	4	4	8
4,00	11	10	9	23	24	21
4,25	2	2	3	5	5	5
4,50		1		5	5	5
4,75			1			
5,00				1	1	1
5,25	1	1	1			
5,50	1			1	1	1
5,75						
6,00						
Zus.	77	77	77	137	137	137
$\bar{D}$	3,36	3,35	3,36	3,42	3,43	3,43
S_D	.	.	0,57	.	.	0,58
V_D	.	.	0,17	.	.	0,17

Tabelle: 28

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 67 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50				2	2	2
1,75	1	1	1			
2,00	3	3	3			
2,25						
2,50	7	8	7	7	7	7
2,75	4	4	5	3	3	3
3,00	16	16	14	25	25	24
3,25	5	5	6	9	9	11
3,50	26	28	28	40	38	37
3,75	2	2	3	4	4	8
4,00	9	6	6	17	17	15
4,25	2	2	2			
4,50				2	2	4
4,75						
5,00				1	3	1
5,25						
5,50						
5,75						
6,00				1	1	1
Zus.	75	75	75	111	111	111
$\bar{D}$	3,25	3,21	3,23	3,39	3,41	3,40
S_D	.	.	0,53	.	.	0,78
V_D	.	.	0,16	.	.	0,23

Tabelle: 29

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	<u>Alter: 68 J.</u>					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00	1				1	
2,25						
2,50	6	4	6	6	6	7
2,75	1	1	3	1	1	1
3,00	12	18	12	22	21	21
3,25	2	2	4	5	5	5
3,50	15	13	13	26	28	28
3,75	5	5	5	7	6	5
4,00	8	8	8	16	15	15
4,25	1	1	1	4	4	6
4,50	1			2	2	1
4,75						
5,00	1	1	2	1	1	1
5,25						
5,50		1				
5,75						
6,00						
Zus.	54	54	54	90	90	90
$\overline{D}$	3,34	3,41	3,38	3,47	3,45	3,46
S_D	.	.	0,61	.	.	0,50
V_D	.	.	0,18	.	.	0,14

Tabelle: 30

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 69 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50				2	2	2
1,75				1	1	1
2,00	2	2	2	2	2	2
2,25	1	1	1	1	1	1
2,50	9	9	9	13	11	11
2,75	1	1	1	1	1	2
3,00	9	10	9	22	25	22
3,25	3	3	3	4	4	7
3,50	12	14	13	38	35	35
3,75	3	3	5	6	6	6
4,00	12	11	9	15	15	15
4,25	3	3	4	1	1	1
4,50	4	4	3	4	4	4
4,75			1			1
5,00	3	2	3	1	3	1
5,25						
5,50						
5,75						
6,00	1					
Zus.	63	63	63	111	111	111
$\bar{D}$	3,51	3,44	3,47	3,32	3,35	3,33
S_D	.	.	0,74	.	.	0,64
V_D	.	.	0,21	.	.	0,19

Tabelle: 31

Grad der Presbyopie in Dioptrien	<u>Alter: 70 J.</u>					
	Männer			Frauen		
	links.	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00	2	2	2			
2,25						
2,50	4	4	3	3	4	3
2,75			1			1
3,00	6	7	5	22	23	21
3,25	3	3	3	4	4	5
3,50	25	24	25	36	34	35
3,75	4	4	6	3	3	4
4,00	10	9	7	26	25	24
4,25	3	3	5	1	1	2
4,50	5	6	4	6	7	6
4,75				1	1	1
5,00	1	1	1			
5,25						
5,50						
5,75						
6,00	2	2	2	2	2	2
Zus.	64	64	64	104	104	104
$\overline{D}$	3,64	3,64	3,64	3,61	3,60	3,61
S_D	.	.	0,72	.	.	0,58
V_D	.	.	0,20	.	.	0,16

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Anzahl: 71 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00				3	4	3
2,25	1	1	1			
2,50	3	3	3	7	7	7
2,75	2	2	2	1	1	2
3,00	16	14	14	16	15	14
3,25	4	4	6	1	1	2
3,50	18	20	17	30	30	31
3,75	4	4	5	6	6	6
4,00	12	14	12	20	20	19
4,25	2	2	4	2	2	2
4,50	2	1	1	7	7	7
4,75						
5,00	2			2	2	2
5,25			1			
5,50		1				
5,75						
6,00						
Zus.	66	66	66	95	95	95
$\bar{D}$	3,48	3,48	3,48	3,53	3,52	3,52
S_D	·	·	0,54	·	·	0,62
V_D	·	·	0,16	·	·	0,18

Tabelle: 33

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	<u>Alter: 72 J.</u> Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50	1	1	1	1		
1,75						
2,00				1	1	2
2,25						
2,50	5	5	5	2	3	2
2,75	1	1	1			
3,00	11	11	11	12	11	11
3,25	3	3	3	4	4	5
3,50	22	20	20	27	29	27
3,75	3	3	5	5	5	6
4,00	14	15	13	22	21	21
4,25	4	4	5	2	2	2
4,50	1	2	1		2	
4,75						1
5,00	1	1	1	3	2	2
5,25						1
5,50				3	1	2
5,75	1					
6,00		1	1	1	2	1
Zus.	67	67	67	83	83	83
$\overline{D}$	3,52	3,55	3,54	3,67	3,67	3,67
S_D	.	.	0,65	.	.	0,67
V_D	.	.	0,18	.	.	0,18

Tabelle: 34

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 73 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75	1					
1,00			1			
1,25		1				
1,50						
1,75						
2,00	1	1	1	1	2	
2,25						3
2,50	4	5	4	3	2	1
2,75			1			
3,00	15	14	12	12	14	12
3,25	1	1	5	2	2	4
3,50	17	18	15	28	25	24
3,75	4	4	5	3	3	5
4,00	13	12	12	19	18	18
4,25	1	1	1	2	2	2
4,50	6	6	6	6	6	6
4,75	1	1	1			1
5,00				1	3	1
5,25						
5,50						
5,75						
6,00				1	1	1
Zus.	64	64	64	78	78	78
$\bar{D}$	3,49	3,48	3,49	3,64	3,65	3,64
S_D	•	•	0,65	•	•	0,70
V_D	•	•	0,19	•	•	0,19

Tabelle: 35

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 74 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00						
2,25						
2,50	2	3	2	1	1	1
2,75						
3,00	4	5	3	11	12	10
3,25			3	1	1	4
3,50	18	16	16	15	14	13
3,75	2	2	3	6	6	6
4,00	14	14	13	18	17	17
4,25			1			1
4,50	6	6	5	1	2	1
4,75				1	1	1
5,00				3	3	3
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	46	46	46	57	57	57
$\overline{D}$	3,71	3,67	3,69	3,68	3,68	3,68
S_D	.	.	0,47	.	.	0,55
V_D	.	.	0,13	.	.	0,15

Tabelle: 36

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 75 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00	1	1	1			
2,25					1	
2,50	2	2	2			1
2,75				2	1	1
3,00	11	12	11	14	14	14
3,25				2	2	2
3,50	11	9	9	13	15	13
3,75			3	1	1	3
4,00	13	12	11	14	14	12
4,25	2	2	2	4	4	5
4,50	5	6	6	5	4	5
4,75	1	1	1			
5,00		1		2		
5,25						1
5,50				1	2	1
5,75						
6,00						
Zus.	46	46	46	58	58	58
$\bar{D}$	3,61	3,65	3,63	3,69	3,65	3,67
S_D	.	.	0,62	.	.	0,62
V_D	.	.	0,17	.	.	0,17

Tabelle: 37

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 76 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00				2	2	2
2,25						
2,50	2	1	1	1	2	1
2,75			1	1	1	1
3,00	8	11	8	7	5	5
3,25	2	2	3	2	2	4
3,50	12	10	10	21	22	21
3,75	1	1	2	5	5	7
4,00	13	12	14	11	12	9
4,25	3	2	2	1	1	2
4,50	6	8	6	7	7	6
4,75						1
5,00	1	2	1	4	5	3
5,25			1			2
5,50	1			3	1	1
5,75						
6,00				1	1	1
Zus.	49	49	49	66	66	66
$\bar{D}$	3,74	3,74	3,74	3,81	3,78	3,79
S_D	.	.	0,58	.	.	0,75
V_D	.	.	0,16	.	.	0,20

Tabelle; 38

Alter: 77 J.

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00						
2,25						
2,50	4	3	3	1	1	1
2,75						
3,00	6	7	6	7	7	6
3,25			2			
3,50	6	8	5	16	17	18
3,75			3	3	3	4
4,00	12	11	8	15	15	13
4,25	1	1	4	2	2	3
4,50	3	2	1	9	8	8
4,75	1	1	1			
5,00	1	1	1	1	1	1
5,25						
5,50						
5,75						
6,00	1	1	1	1	1	1
Zus.	35	35	35	55	55	55
$\bar{D}$	3,73	3,70	3,71	3,83	3,81	3,82
S_D	.	.	0,74	.	.	0,59
V_D	.	.	0,20	.	.	0,15

Tabelle: 39

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	<u>Alter: 78 J.</u>					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00						
2,25				1	1	1
2,50	2	2	2			
2,75						
3,00	4	5	4	3	3	3
3,25			1	4	4	4
3,50	4	3	3	12	12	12
3,75	1	1	1			
4,00	11	12	9	20	22	19
4,25	2	2	6	2	2	4
4,50	6	4	4	12	12	12
4,75				1	1	1
5,00		1		3	3	3
5,25						1
5,50				2	1	1
5,75						
6,00				1		
Zus.	30	30	30	61	61	61
$\overline{D}$	3,81	3,79	3,80	4,02	3,97	4,00
S_D	.	.	0,58	.	.	0,58
V_D	.	.	0,15	.	.	0,15

Tabelle: 40

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 79 J.					
	Männer		Durch- schnitt	Frauen		Durch- schnitt
	links	rechts		links	rechts	
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00						
2,25						
2,50						
2,75						
3,00	5	2	2	1	1	1
3,25	1	1	2			
3,50	7	7	8	6	7	5
3,75	3	3	4			3
4,00	12	13	10	14	13	11
4,25	2	2	4			1
4,50	5	8	5	11	13	11
4,75						2
5,00	1	1	2	7	4	5
5,25						
5,50	1				1	
5,75						
6,00	2	2	2			
Zus.	39	39	39	39	39	39
$\overline{D}$	3,99	4,06	4,03	4,22	4,19	4,21
S_D	•	•	0,64	•	•	0,48
V_D	•	•	0,16	•	•	0,11

Tabelle: 41

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 80 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00						
2,25		1				
2,50			1	1	1	1
2,75						
3,00	3	2	2	6	5	5
3,25						
3,50	8	7	7	7	6	6
3,75	2	2	2	1	1	4
4,00	12	12	12	12	15	11
4,25			1			
4,50		2	1	2	2	3
4,75				1	1	1
5,00	1			4	3	3
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	26	26	26	34	34	34
$\bar{D}$	3,75	3,74	3,75	3,84	3,85	3,85
S_D	.	.	0,36	.	.	0,59
V_D	.	.	0,10	.	.	0,15

Tabelle: 42

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 81 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00						
2,25						
2,50						
2,75						
3,00	5	5	5	1	1	1
3,25	2	2	2			
3,50	3	3	3	2	1	1
3,75	1	1	1			1
4,00	3	6	3	7	11	7
4,25			1			2
4,50	4	2	4	7	7	5
4,75			1	1	1	2
5,00	3	2	1	2	1	3
5,25						
5,50				1		
5,75						
6,00				1		
Zus.	21	21	21	22	22	22
$\bar{D}$	3,85	3,75	3,80	4,35	4,17	4,26
S_D	•	•	0,64	•	•	0,48
V_D	•	•	0,17	•	•	0,11

Tabelle: 43

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	Alter: 82 J.					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00						
2,25						
2,50						
2,75						
3,00				1	2	1
3,25						
3,50	1	1	1	3	4	4
3,75				2	2	2
4,00	8	11	8	9	11	9
4,25	2	2	2	1	1	3
4,50	2	2	5	11	8	9
4,75	1	1	1	1	1	1
5,00	4	1	1	4	3	3
5,25	3	3	3			
5,50						
5,75						
6,00				1	1	1
Zus.	21	21	21	33	33	33
$\overline{D}$	4,45	4,31	4,38	4,29	4,17	4,23
S_D	.	.	0,48	.	.	0,55
V_D	.	.	0,11	.	.	0,13

Tabelle: 44

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	<u>Alter: 83 J.</u>					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00						
2,25						
2,50						
2,75						
3,00	4	2	2	1	1	1
3,25			2	1	1	1
3,50	2	4	2	4	4	4
3,75	1	1	1			
4,00	8	7	7	10	10	9
4,25						
4,50	5	5	5	7	6	8
4,75			2			
5,00	2	3	1	1	1	1
5,25						
5,50					1	
5,75						
6,00				1	1	1
Zus.	22	22	22	25	25	25
$\bar{D}$	3,97	4,06	4,01	4,11	4,15	4,13
S_D	.	.	0,57	.	.	0,60
V_D	.	.	0,14	.	.	0,15

Tabelle: 45

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	<u>Alter: 84 J.</u>					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00						
2,25						
2,50						
2,75						
3,00	3	3	3			
3,25						
3,50	1	1	1	1		
3,75						1
4,00	5	5	4	9	10	8
4,25				1	1	2
4,50		1	2	7	4	5
4,75	1	1	2	1	1	3
5,00	6	5	4		3	
5,25	1	1	1			
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	17	17	17	19	19	19
$\bar{D}$	4,26	4,24	4,25	4,21	4,32	4,26
S_D	.	.	0,74	.	.	0,33
V_D	.	.	0,17	.	.	0,08

Tabelle: 46

Grad der Presbyopie in Dioptrien D	<u>Alter: 85 J.</u>					
	Männer			Frauen		
	links	rechts	Durch- schnitt	links	rechts	Durch- schnitt
0,00						
0,25						
0,50						
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00						
2,25						
2,50						
2,75						
3,00				4	4	3
3,25						
3,50						2
3,75						
4,00	4	3	3	5	5	4
4,25			1			
4,50	3	5	2	3	3	3
4,75			3			
5,00	5	4	3			
5,25						
5,50						
5,75						
6,00						
Zus.	12	12	12	12	12	12
$\overline{D}$	4,54	4,54	4,54	3,79	3,79	3,79
S_D	.	.	0,39	.	.	0,56
V_D	.	.	0,09	.	.	0,15

Tabelle 47

Alter	Männer				Frauen				Gesamt- zahl n
	n	$\bar{D}$	S_D	V_D	n	$\bar{D}$	S_D	V_D	
40	70	0,70	0,61	0,87	66	0,86	0,97	1,13	136
41	59	0,96	0,89	0,93	43	1,01	0,61	0,60	102
42	67	1,25	0,91	0,73	81	1,13	0,71	0,63	148
43	105	1,31	0,80	0,61	78	1,48	0,77	0,52	183
44	116	1,22	0,65	0,53	102	1,46	0,69	0,47	218
45	108	1,48	0,49	0,33	112	1,59	0,71	0,45	220
46	124	1,64	0,73	0,45	115	1,62	0,78	0,48	239
47	167	1,78	0,64	0,36	120	1,83	0,63	0,34	287
48	130	1,86	0,78	0,42	120	1,92	0,78	0,41	250
49	173	2,11	0,81	0,38	153	2,02	0,63	0,31	326
50	139	2,13	0,55	0,26	148	2,32	0,40	0,17	287
51	159	2,29	0,59	0,26	136	2,29	0,60	0,26	295
52	153	2,37	0,65	0,27	120	2,41	0,60	0,25	273
53	157	2,45	0,52	0,21	126	2,53	0,69	0,27	283
54	130	2,46	0,64	0,26	136	2,63	0,60	0,23	266
55	126	2,67	0,57	0,21	123	2,73	0,52	0,19	249
56	139	2,71	0,56	0,21	121	2,68	0,48	0,18	260
57	157	2,70	0,69	0,26	140	2,91	0,55	0,19	297
58	114	2,81	0,54	0,19	118	2,93	0,62	0,21	232
59	117	2,99	0,56	0,19	145	3,03	0,72	0,24	262
60	125	2,94	0,61	0,21	153	3,09	0,78	0,25	278
61	99	2,98	0,75	0,25	132	3,07	0,57	0,19	231
62	88	3,26	0,61	0,19	127	3,13	0,61	0,19	215
63	89	3,21	0,59	0,18	126	3,26	0,30	0,09	215
64	96	3,23	0,58	0,18	128	3,35	0,59	0,18	224
65	87	3,28	0,58	0,18	113	3,37	0,61	0,18	200
66	77	3,36	0,57	0,17	137	3,43	0,58	0,17	214
67	75	3,23	0,53	0,16	111	3,40	0,78	0,23	186
68	54	3,38	0,61	0,18	90	3,46	0,50	0,14	144
69	63	3,47	0,74	0,21	111	3,33	0,64	0,19	174
70	64	3,64	0,72	0,20	104	3,61	0,58	0,16	168
71	66	3,48	0,54	0,16	95	3,52	0,62	0,18	161
72	67	3,54	0,65	0,18	83	3,67	0,67	0,18	150
73	64	3,49	0,65	0,19	78	3,64	0,70	0,19	142
74	46	3,69	0,47	0,13	57	3,68	0,55	0,15	103
75	46	3,63	0,62	0,17	58	3,67	0,62	0,17	104
76	49	3,74	0,58	0,16	66	3,79	0,75	0,20	115
77	35	3,71	0,74	0,20	55	3,82	0,59	0,15	90
78	30	3,80	0,58	0,15	61	4,00	0,58	0,15	91
79	39	4,03	0,64	0,16	39	4,21	0,48	0,11	78
80	26	3,75	0,36	0,10	34	3,85	0,59	0,15	60
81	21	3,80	0,64	0,17	22	4,26	0,48	0,11	43
82	21	4,38	0,48	0,11	33	4,23	0,55	0,13	54
83	22	4,01	0,57	0,14	25	4,13	0,60	0,15	47
84	17	4,25	0,74	0,17	19	4,26	0,33	0,08	36
85	12	4,54	0,39	0,09	12	3,79	0,56	0,15	24

Zus.: 3.988 -- -- -- 4.372 -- -- -- 8.360

Tabelle 48

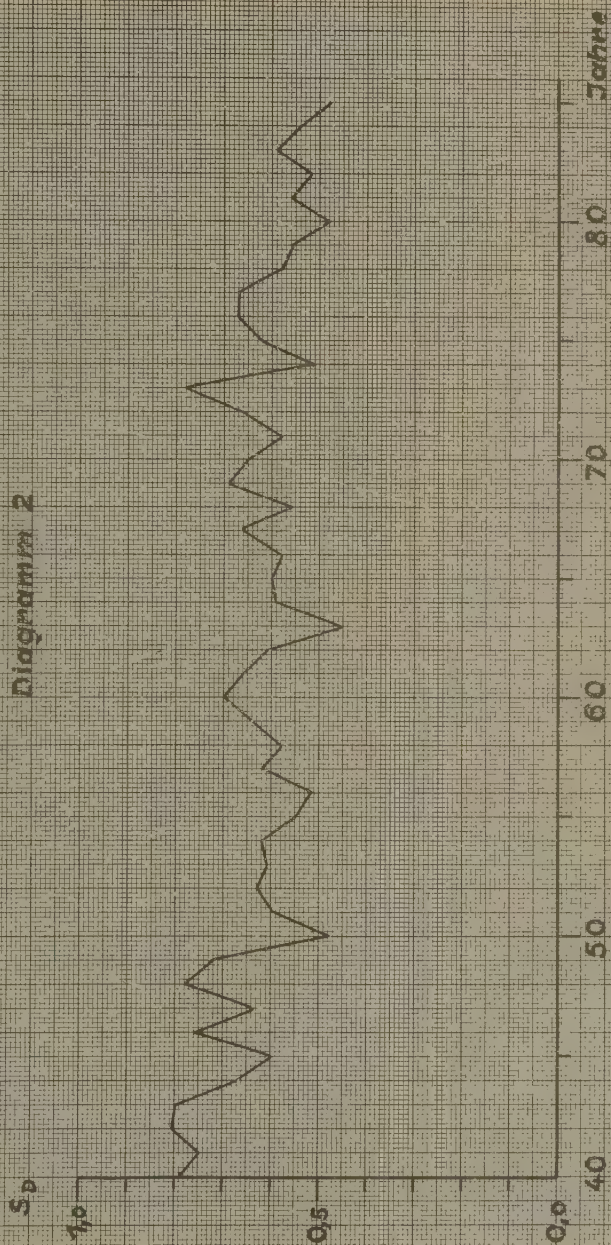
Alter	n	$\bar{D}$	s_D	V_D
40	136	0,78	0,79	1,01
41	102	0,99	0,75	0,76
42	148	1,19	0,81	0,68
43	183	1,40	0,79	0,56
44	218	1,34	0,67	0,50
45	220	1,54	0,60	0,39
46	239	1,63	0,76	0,47
47	287	1,81	0,64	0,35
48	250	1,89	0,78	0,41
49	326	2,07	0,72	0,35
50	287	2,23	0,48	0,22
51	295	2,29	0,60	0,26
52	273	2,39	0,63	0,26
53	283	2,49	0,61	0,24
54	266	2,55	0,62	0,24
55	249	2,70	0,55	0,20
56	260	2,70	0,52	0,19
57	297	2,81	0,62	0,22
58	232	2,87	0,58	0,20
59	262	3,01	0,64	0,21
60	278	3,03	0,70	0,23
61	231	3,03	0,66	0,22
62	215	3,20	0,61	0,19
63	215	3,24	0,45	0,14
64	224	3,29	0,59	0,18
65	200	3,33	0,60	0,18
66	214	3,40	0,58	0,17
67	186	3,32	0,66	0,20
68	144	3,42	0,56	0,16
69	174	3,40	0,69	0,20
70	168	3,63	0,65	0,18
71	161	3,50	0,58	0,17
72	150	3,61	0,66	0,18
73	142	3,57	0,68	0,19
74	103	3,69	0,51	0,14
75	104	3,65	0,62	0,17
76	115	3,77	0,67	0,18
77	90	3,77	0,67	0,18
78	91	3,90	0,58	0,15
79	78	4,12	0,56	0,14
80	60	3,80	0,48	0,13
81	43	4,03	0,56	0,14
82	54	4,29	0,52	0,12
83	47	4,07	0,59	0,14
84	36	4,26	0,54	0,13
85	24	4,17	0,48	0,12

Tabelle 49

Alter	$\bar{D} + s_D$	$\bar{D} - s_D$	$\bar{D} + 2 s_D$	$\bar{D} - 2 s_D$
50	2,71	1,75	3,19	1,27
51	2,89	1,69	3,49	1,09
52	3,02	1,76	3,65	1,13
53	3,10	1,88	3,71	1,27
54	3,17	1,93	3,79	1,31
55	3,25	2,15	3,80	1,60
56	3,22	2,18	3,74	1,66
57	3,43	2,19	4,05	1,57
58	3,45	2,29	4,03	1,71
59	3,65	2,37	4,29	1,73
60	3,73	2,33	4,43	1,63
61	3,69	2,37	4,35	1,71
62	3,81	2,59	4,42	1,98
63	3,69	2,79	4,14	2,34
64	3,88	2,70	4,47	2,11
65	3,93	2,73	4,53	2,13
66	3,98	2,82	4,56	2,24
67	3,98	2,66	4,64	2,00
68	3,98	2,86	4,54	2,30
69	4,09	2,71	4,78	2,02
70	4,28	2,98	4,93	2,33
71	4,08	2,92	4,66	2,34
72	4,27	2,95	4,93	2,29
73	4,35	2,79	5,13	2,01
74	4,20	3,18	4,71	2,67
75	4,27	3,03	4,89	2,41
76	4,44	3,10	5,11	2,43
77	4,44	3,10	5,11	2,43
78	4,48	3,32	5,06	2,74
79	4,68	3,56	5,24	3,00
80	4,28	3,32	4,76	2,84
81	4,59	3,47	5,15	2,91
82	4,81	3,77	5,33	3,25
83	4,66	3,48	5,25	2,89
84	4,80	3,72	5,34	3,18
85	4,65	3,69	5,13	3,21



Diagramm 2



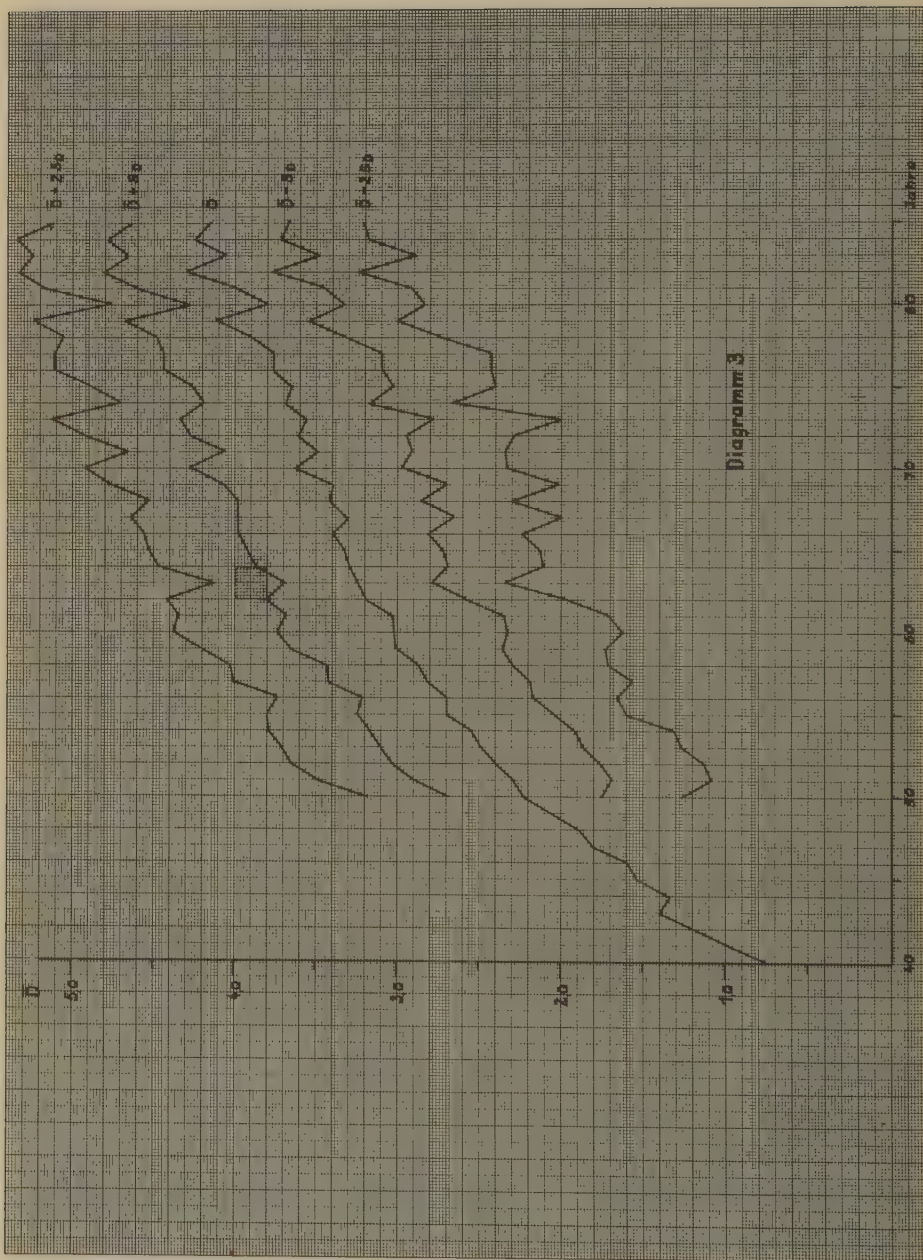


Diagramm 3

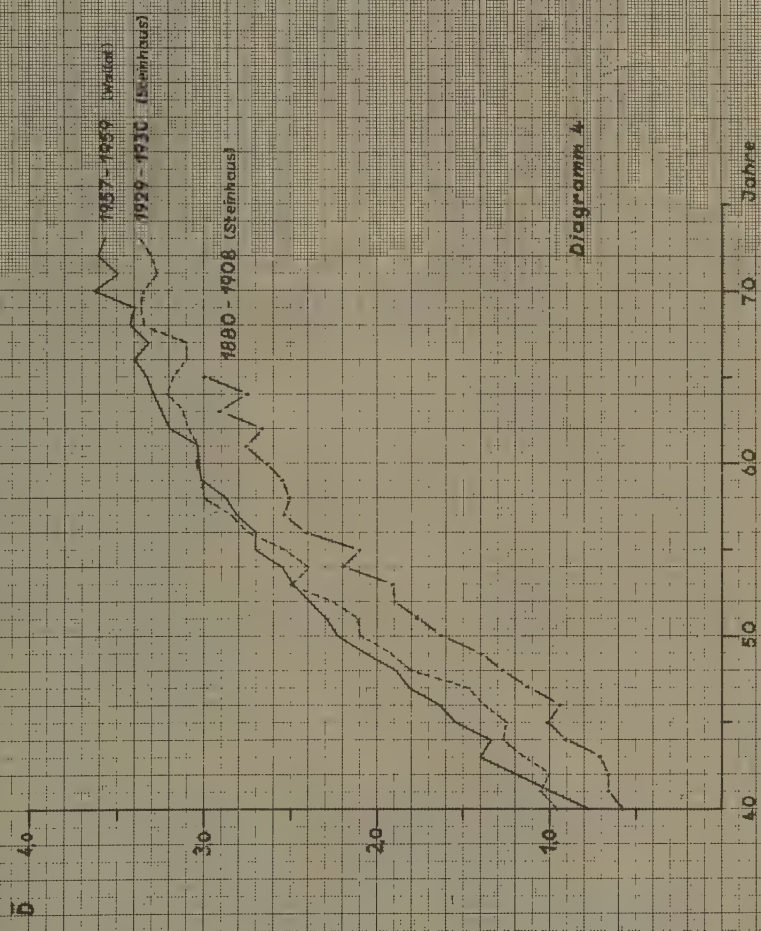


Diagramm 4

Literaturverzeichnis.

1. Bernstein, F.: Die natürliche Lebensdauer des Menschen und ihre statistische und individuelle Beurteilung, in: Comitato Italiano Per Lo Studio Dei Problemi Della Popolazione, Roma. Istituto Poligrafico Dello Stato. Libreria 1932 - Anno X.
2. Bürger, M.: Biomorphose des Menschen, in: Landois - Rosemann, Lehrbuch der Physiologie des Menschen (1962).
3. Bürger und Schlomka: Ergebnisse und Bedeutung chemischer Gewebsuntersuchungen für die Altersforschung, in: Klinische Wochenschrift, Nr. 41 (1928).
4. Bürger und Schlomka: Beiträge zur physiologischen Chemie des Alterns der Gewebe. Untersuchungen an der Rinderlinse, in: Ztschr. f. d. gesamte experimentelle Medizin, Nr. 58 (1928).
5. Deutschmann, R.: Fortgesetzte Untersuchungen zur Pathogenese der Cataract, in: A. v. Graefe' Arch. f. Ophth., Bd. 25 (1879).
6. Gasteiger, H.: Augenheilkunde (1956).
7. Goldschmidt, M.: Beitrag zur Physiologie und Pathologie der Kristalllinse, in: A. v. Graefe' Arch. f. Ophth., Bd. 93 (1917).
8. Heidemann, R.: Presbyopie und Lebensdauer, Dissertation Göttingen 1932.
9. Jess, A.: Die moderne Eiweißchemie im Dienste der Starforschung, in: A. v. Graefe' Arch. f. Ophth., Bd. 105 (1921).
10. Kopsch, Fr.: Anatomie der Linse, in: Rauber - Kopsch, Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen.
11. Lexis, W.: Zur Theorie der Massenerscheinungen in der menschlichen Gesellschaft, Freiburg 1877.
12. Mörner, K. H.: Untersuchungen der Proteinsubstanzen in den lichtbrechenden Medien des Auges, in: Ztschr. f. physiologische Chemie, Bd. 18 (1894).
13. Müller - Limmroth, W.: Brechungsverhältnisse im optischen System des Auges und Akkommodation, in: Landois - Rosemann, Lehrbuch der Physiologie des Menschen (1962).

14. Schlomka, G.: Über neuere Ergebnisse der Alternsphysiologie und ihre klinische Bedeutung, in: Medizinische Klinik, Nr. 29 (1930).
15. Steinhaus, H.: Weitere Untersuchungen über den Zusammenhang von Presbyopie und Lebensdauer, Dissertation Göttingen 1932.
16. Stüllmann, H.: Chemie und Stoffwechsel der Linse, in: Lehrbuch der Augenheilkunde von Amsler u.a. (1961).
17. Wolf - Heidegger, G.: Entwicklungsgeschichte der Linse, in: Lehrbuch der Augenheilkunde von Amsler u.a. (1961).

An dieser Stelle möchte ich Herrn Professor Dr. Dr. Freudenberg für die Anregung dieser Arbeit und die vielen Ratschläge bei ihrer Durchführung meinen besonderen Dank aussprechen. Ferner danke ich dem Direktor der Universitäts-Augenklinik und -Poliklinik der Freien Universität Berlin, Herrn Professor Dr. Gasteiger, für die Erlaubnis der Einsichtnahme in das Material der Poliklinik und die Durchsicht der Arbeit.

Lebenslauf

Am 6. März 1926 wurde ich als Sohn des Regierungsoberinspektors August Wallat und seiner Ehefrau Gertrud, geb. Petersohn, in Berlin-Charlottenburg geboren.

Im Sommer 1932 wurde ich in die 9. Volksschule in Berlin-Mariendorf aufgenommen und blieb dort bis zum Januar 1936. Anschließend besuchte ich die Eckener-Oberrealschule in Berlin-Mariendorf. Im Februar 1943 wurde ich zur Wehrmacht eingezogen. Nach meiner Entlassung aus dem Militärdienst im Juni 1945 ging ich noch einmal auf diese Oberschule, um meine Reifeprüfung nachzuholen, da mein vor der Einberufung ausgestelltter Reifevermerk nicht anerkannt wurde. Diese absolvierte ich im Juli 1946.

Als Kandidat der Medizin bestand ich am 17. März 1962 vor dem Ausschuß für die Ärztliche Prüfung in Berlin diese mit dem Urteil - gut -.

Einleitung

Im Jahre 1918 wurde das alte Gesetz über die
Einrichtung der Gerichte aufgehoben und durch das
Gesetz über die Organisation der Gerichte ersetzt.
In diesem Gesetz wurde das alte System der
Einrichtung der Gerichte aufgehoben und durch das
neue System ersetzt. In diesem Gesetz wurde das
alte System der Einrichtung der Gerichte aufgehoben
und durch das neue System ersetzt. In diesem
Gesetz wurde das alte System der Einrichtung der
Gerichte aufgehoben und durch das neue System
ersetzt. In diesem Gesetz wurde das alte System
der Einrichtung der Gerichte aufgehoben und durch
das neue System ersetzt. In diesem Gesetz wurde
das alte System der Einrichtung der Gerichte
aufgehoben und durch das neue System ersetzt.

